



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 2月19日

出願番号

Application Number:

特願2002-041739

[ST.10/C]:

[JP2002-041739]

出願人

Applicant(s):

キヤノン株式会社

2002年 3月15日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3016862

【書類名】 特許願

【整理番号】 4657087

【提出日】 平成14年 2月19日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G01D 5/39
G01B 11/00
G01B 9/02

【発明の名称】 反射スケールおよびそれを用いた変位検出装置

【請求項の数】 15

【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内
【氏名】 井垣 正彦

【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内
【氏名】 熱田 暁生

【特許出願人】
【識別番号】 000001007
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】 キャノン株式会社
【代表者】 御手洗 富士夫
【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】
【識別番号】 100090538
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内
【弁理士】
【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001- 43262

【出願日】 平成13年 2月20日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 反射スケールおよびそれを用いた変位検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 照明手段と、該照明手段からの発散性光束を反射させる反射スケールと、該反射スケールからの反射光束を受光する受光手段とを具備した変位検出装置に採用される反射スケールであって、

該照明手段からの発散性光束を少なくとも 2 回の反射によって前記照明手段と異なる方向に導光する光学機能を有していることを特徴とする反射スケール。

【請求項 2】 発光光源から発する光束を相対移動する被測定物に照射する照明手段と、前記被測定物に構成され且つ前記照明手段によって照射される光束を少なくとも 2 回の反射によって前記照明手段と異なる方向に導光する反射スケールと、前記反射スケールによって反射された光束光量を検出する受光手段とを備えたことを特徴とする変位検出装置。

【請求項 3】 前記反射スケールは、前記照明手段から照射される発散光束を、複数光束に波面分割した後、前記所定の位置で前記波面分割された複数の光束を重ね合わせる光学機能を有することを特徴とする請求項 1 の反射スケールまたは請求項 2 の変位検出装置。

【請求項 4】 前記反射スケールは、前記照明手段から照射される発散光束を、複数光束に波面分割し、前記受光手段の検出面上に前記波面分割された複数の光束を重ね合わせる光学機能を有することを特徴とする請求項 1 の反射スケールまたは請求項 2 の変位検出装置。

【請求項 5】 前記反射スケールは、2 つの反射面を所定の角度で対抗配置して構成したルーフ型の反射素子であることを特徴とする請求項 1 の反射スケールまたは請求項 2 の変位検出装置。

【請求項 6】 前記反射スケールは前記ルーフ型の反射素子を所定の方向に複数配列させていることを特徴とする請求項 5 の反射スケールまたは変位検出装置。

【請求項 7】 前記反射スケールは前記ルーフ型の反射素子の各面が接合して形成される稜線が円弧または楕円の一部を構成していることを特徴とする請求

項 5 の反射スケールまたは変位検出装置。

【請求項 8】 前記反射スケールは前記ルーフ型の反射素子の各面が接合して形成される稜線が構成する包絡面が球面の一部を構成していることを特徴とする請求項 5 の反射スケールまたは変位検出装置。

【請求項 9】 前記ルーフ型の反射素子を所定の方向に複数配列した前記反射スケールは金属反射面で形成され、その反射領域は表面反射型のミラーであることを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれか一項の反射スケールまたは変位検出装置。

【請求項 10】 前記ルーフ型の反射素子を所定の方向に複数配列した前記反射スケールは全反射面で形成され、その反射領域は内面反射型のミラーであることを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれか一項の反射スケールまたは変位検出装置。

【請求項 11】 前記ルーフ型の反射素子を所定の方向に複数配列した前記反射スケールは光透過性材質で形成された内面反射型のミラーであって、前記光束入および出射面側に円筒面を有していることを特徴とする請求項 10 の反射スケールまたは変位検出装置。

【請求項 12】 前記ルーフ型の反射素子を所定の方向に複数配列した前記反射スケールはその反射面のなす角度が全て同一であることを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれか一項の反射スケールまたは変位検出装置。

【請求項 13】 前記ルーフ型の反射素子を所定の方向に複数配列した前記反射スケールはその反射面のなす角度が反射スケール内前記ルーフ型反射素子配列方向における中央部から周辺に向かって連続的に増減していることを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれか一項の反射スケールまたは変位検出装置。

【請求項 14】 前記反射スケールは前記ルーフ型の反射素子が移動方向に複数個に不連続に配列されていることを特徴とする請求項 6 から 8 のいずれか一項の反射スケールまたは変位検出装置。

【請求項 15】 前記反射スケールは前記ルーフ型の反射素子が移動方向に複数個に不連続に配列されており、不連続部は実質的な非反射特性を有することを特徴とする請求項 14 の反射スケールまたは変位検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は反射体及びそれを用いた変位測定装置に関し、反射体は物体の有無や、物体の変化を検出する為に用いられる光源と受光手段を有するフォトリフレクタ（フォトセンサ）や反射式のエンコーダあるいは、光学式計測機器等の装置に用いられる反射標識部材（反射ターゲット部材）、反射式光学目盛り、反射式光学スケールとして用いるのに好適なものである。また、その反射体を採用した光学スケールを用いて、特に移動量や移動速度等の変位情報を検出するようにしたリニアエンコーダやロータリーエンコーダ等の変位測定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来の各種の反射光を利用したフォトセンサ及びそれを用いたエンコーダを図45から図48を用いて説明する。

【0003】

図45は、反射型のフォトセンサ（フォトリフレクタ）の概略図である。図46はレンズ付のフォトリフレクタである。図47は、図46のレンズ付フォトリフレクタの特性を示している。図48は反射式のエンコーダの概略図である。図47中のPSはフォトセンサを示している。

【0004】

図46において100は基板、101は光源部（LED）、102は受光部（フォトダイオードあるいはフォトトランジスタ）、103、104はレンズ、105は移動情報を検出する為の検知物体、もしくは変位計測対象体（反射物体）、105aはアルミ反射膜、105cは非反射部、105bは基板である。

【0005】

図46に示される反射センサPSは、測定・観測対象物（反射物体）105に光源101からの光束を照射し、反射物体105からの光束を受光手段102で検出することによって反射物体105の有無、または、反射率の差、反射と非反

射（もしくは吸収）の差を判定・測定する。必要に応じて測定・観測対象物 1 0 5 に専用の反射ターゲットが装着され、該反射ターゲットからの反射光を検出する。

【 0 0 0 6 】

図 4 8 は、移動物体 1 0 5 の移動情報をより高精度・高分解能で検知することを可能とする構成である。反射部 1 0 5 a と非反射部 1 0 5 c より成る反射スリットが細かいピッチで周期的に配列される反射式スケール 1 0 5 d からの光を受光手段 1 0 2 で検知して反射スリットの明暗の数を計数して移動物体 1 0 5 の変位を計測する、いわゆる反射光学式のエンコーダなどが用いられている。

【 0 0 0 7 】

以上、測定や観測対象となる物体 1 0 5 に対して、光源 1 0 1 からの光束を照射して、その物体 1 0 5 に装着された反射性ターゲット、反射スケール等の反射スケール 1 0 5 d からの反射光束を受光手段 1 0 2 にて受光して、物体の有無や移動状態を検出する為の各種センサや装置が数多く存在している。

【 0 0 0 8 】

上記の反射式センサ、反射式の光学的な計測装置等で光源からの光束を照射するための反射ターゲット、反射スケールを有した反射体 1 0 5 は、反射体からの反射光の有無、該反射体上の反射率の差、または、該反射体上の反射と非反射（もしくは吸収）の差、等を利用している。

【 0 0 0 9 】

一般的には、反射体の構成としては、測定・観測対象となる所望の反射部位にアルミ反射膜や金属反射部材を使用、または反射部位の表面を鏡面とし、一方、非反射部位の表面を荒らして拡散面とするなどしている。

【 0 0 1 0 】

尚、図 4 7 (B) はフォトセンサ P S と反射体 1 0 5 との間の距離と受光素子からの出力電流との関係を示し、図 4 7 (C) は反射体 1 0 5 のエッジの移動距離と受光素子からの出力電流との関係を示している。

【 0 0 1 1 】

物体上の測定や観測対象物となる所望の反射部位にアルミ反射膜を施し、反射

率を高めた反射体は、反射部位と非反射部位の反射光強度差が十分に取れるため移動情報の検出には有効な手段である。

【 0 0 1 2 】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記従来例に示したように反射体として基板にアルミの蒸着膜を設けることは製造が難しく、又、信頼性の面では、高温高湿度の環境下になるとアルミ膜の剥離が生じやすくなり、信頼性が低くなるという欠点を有している。

【 0 0 1 3 】

また、アルミ反射膜は反射体としては高い反射率が期待でき、非反射部との十分な反射率差が得られるが、図 4 6 における従来の反射型のフォトセンサとの組み合わせでは、光源 1 0 1 から発生する発散光束を反射させて、光源側に戻るとき十分な光束を受光素子 1 0 2 へ導くことができず、絶対的な光量が不足する傾向がある。これに対して光源 1 0 1 の発光強度を上げる（強化する）ことでこの問題を回避しようとするとう光源の消費電力が増大してくるという問題が生じてくる。

【 0 0 1 4 】

図 4 6 のフォトセンサ P S ではこうした問題を解決するために、反射体 1 0 5 への単位面積あたりの光照射強度を高めるために光源 1 0 1 側にレンズ 1 0 3 を設け、一方、反射体 1 0 5 からの広い面積の反射光束を小さな受光面に導くために受光部 1 0 2 側にもレンズ 1 0 4 を設けられている。

【 0 0 1 5 】

しかしながら、こうした発光部 1 0 1 と受光部 1 0 2 に各々レンズを設けた反射型のセンサでは、発光素子 1 0 1、レンズ 1 0 3、1 0 4、反射体 1 0 5・受光素子 1 0 2 の位置により幾何光学的に決定される理想的な位置関係を保ってフォトセンサ P S を組み立てる必要性があり、また、反射体 1 0 5 とフォトセンサ P S の組み合わせにおいても、発光、受光間での高い光伝達効率を得るためには、反射体 1 0 5 の反射姿勢（反射角度、センサとの距離など）を所定の位置関係に高精度に保つ必要がある。また、レンズを設けているためにフォトセンサ P S 自体の厚みが増し、装置の小型化・薄型化の妨げとなっている。

【 0 0 1 6 】

本発明は、測定、観測対象となる反射体に設ける反射素子を適切に構成することにより、フォトセンサにレンズを用いなくても高い光伝達効率を得られ、又、反射体とフォトセンサ間の相対的な位置ずれに対しても感度の鈍い系となり、反射体の有無や移動状態を高精度に検出することができる反射体及びそれを用いたエンコーダ等の光学装置の提供を目的とする。

【 0 0 1 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明の反射スケールは、照明手段と、該照明手段からの発散性光束を反射させる反射スケールと、該反射スケールからの反射光束を受光する受光手段とを具備した変位検出装置に採用される反射スケールであって、該照明手段からの発散性光束を少なくとも2回の反射によって前記照明手段と異なる方向に導光する光学機能を有していることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

本発明の変位検出装置は、発光光源から発する光束を相対移動する被測定物に照射する照明手段と、前記被測定物に構成され且つ前記照明手段によって照射される光束を少なくとも2回の反射によって前記照明手段と異なる方向に導光する反射スケールと、前記反射スケールによって反射された光束光量を検出する受光手段とを備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

本発明の反射スケールまたは変位検出装置において、第1の前記反射スケールは、前記照明手段から照射される発散光束を、複数光束に波面分割した後、前記所定の位置で前記波面分割された複数の光束を重ね合わせる光学機能を有することを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

本発明の反射スケールまたは変位検出装置において、第2の前記反射スケールは、前記照明手段から照射される発散光束を、複数光束に波面分割し、前記受光手段の検出面上に前記波面分割された複数の光束を重ね合わせる光学機能を有することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

本発明の反射スケールまたは変位検出装置において、第 3 の前記反射スケールは、2 つの反射面を所定の角度で対抗配置して構成したループ型の反射素子であることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明の 1 次元収束性のある反射体（反射素子）の実施形態 1 の要部斜視図である。

【 0 0 2 3 】

本実施形態の反射体は例えば測定、観測対象となる物体に対して、光源からの光束を照射するフォトリフレクタ用の反射標識ターゲットやエンコーダ用のスケールとして用いることができる。図中、3 は本発明の 1 次元収束性の反射手段 O E が含まれる反射体（反射スケール）である。本実施形態において反射手段 O E は斜視図のほぼ中央に位置する複数の V 字型溝群（O E）を指す。3 a, 3 b は V 字型溝を構成する 2 つの傾斜面である。この反射素子 O E が形成された反射体 3 の基板は、透光性部材 T T 1 からなり、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、ポリカーボネート（PC）、PCPD 系の透明耐熱樹脂（熱変形温度 170℃の耐熱性）等の透光性樹脂の基板より成る。

【 0 0 2 4 】

本発明の反射体は 2 つの反射面 3 a, 3 b を所定の角度（85°、95°）で対向配置したループミラーを複数個、一次元方向に配列した反射手段（マイクロループミラーアレイ）を透明基板（透光性樹脂）の面に設けて構成している。

【 0 0 2 5 】

このときループミラー面としては、透光性樹脂の内部全反射による光学作用を用いてもよく、金属鏡面反射面を用いてもよい。

【 0 0 2 6 】

本発明の反射体としては、エンコーダの原点信号用の標識部や、モーター制御用エンコーダのコミュテーション信号発生用の標識部として用いることができる。

【 0 0 2 7 】

また、本反射体をフレネルゾーンプレートの反射面として用い、それをエンコーダスケールとして用いることができる。

【 0 0 2 8 】

まず本発明の反射体の光学作用を従来の反射体と対比して説明する。

【 0 0 2 9 】

図 4 8 は従来の反射体 1 0 5 の説明図である。

【 0 0 3 0 】

図 4 8 は光源 1 0 1 からの発散光束が反射体 1 0 5 d に入射し、平面より成る反射面 1 0 5 a で反射して、光束の広がり角度が維持されたまま受光部 1 0 2 側へ導かれる様子を示している。

【 0 0 3 1 】

図 3 8 (A)、(B)、(C) は反射体 3 に 1 つのルーフミラーを用いた場合の光路図である。

【 0 0 3 2 】

図 3 8 は 2 つの反射面 3 a, 3 b を所定の角度で対向配置したルーフミラーの 1 個で光束を反射させるように配置した場合を示している。

【 0 0 3 3 】

図 3 8 (A) では光源 1 から全方向に放射された光束が先の図 4 7 で示したのとほぼ同等の広がり角度を持って受光部 2 側へ導かれる。

【 0 0 3 4 】

2 つの反射面 3 a, 3 b で分割された光源 1 からの発散光束は重なり合うことなく受光部 2 側へ進行する。

【 0 0 3 5 】

図 3 8 (B), (C) は光源 1 からの放射された発散光束が 2 つの光束に分割されることを示している。

【 0 0 3 6 】

図 3 8 (B), (C) では光源 1 から片方に放射された光束がルーフミラーを構成する 2 つの斜面 3 a, 3 b で発散光束は分割分離されている。

【 0 0 3 7 】

例えば図 3 8 (B) では光源 1 から右側に放射された光束が受光部 2 側で左方に導光されている。

【 0 0 3 8 】

ルーフミラーにより分割、分離後の光束は重なることなく受光部 2 側へ進んでいる。

【 0 0 3 9 】

図 3 9 は本発明による反射体 3 の光学作用の説明図である。

【 0 0 4 0 】

2 つの反射面 3 a , 3 b を所定の角度で対向配置したルーフミラーを複数個、一次元方向に配列した反射手段 O E を透明基板 3 e の一面に設けている。

【 0 0 4 1 】

光源 1 からの発散光束は反射体 3 の反射手段 O E で反射した後、任意の位置（受光部 2 又はその近傍）で互いに重なっている。

【 0 0 4 2 】

光源 1 からの発散光束は受光部 3 の面内に略収まり、光源 1 から広がり角度を持って発光した光束は受光面 2 に略収まり、受光部 2 面上の光束の光線密度を上げている。

【 0 0 4 3 】

図 4 0 (A) から (D) は光源 1 から種々の方向に発散した光束が反射体 3 に入射し、複数のルーフミラーによって複数の光束に分割されルーフミラーで反射した後に、各ルーフミラーで反射した光束が任意の位置（受光部 2 又はその近傍）で互いに重なり合う状態を示している。

【 0 0 4 4 】

いずれの場合も反射体 3 からの反射光は受光部 2 又はその近傍で光束が互いに重なり合っている。

【 0 0 4 5 】

各ルーフミラーの傾斜面ごとの光束が分割分離するが図 4 0 (A) と (D) の反射光束は受光面 2 上で重なり合い、又、図 4 0 (B) と (C) の反射光束は受

光面 2 上の同じ領域で重なり合っている。

【 0 0 4 6 】

図 4 1 (A), (B) は反射体 3 の基板となる透光性部材材質の屈折率の違いによる光線作用の違いを説明する為の図である。

【 0 0 4 7 】

図 4 1 (A) は透光性部材 3 e の材質の屈折率が 1. 6 9 の場合、図 4 1 (B) は屈折率が 1. 5 3 の場合である。

【 0 0 4 8 】

材質の屈折率が高いと臨界角が小さくなり全反射するための光線入射角度が緩和される。本実施例の反射体では高屈折率の透光性部材を用いており（屈折率 1. 6 5 以上）これにより光の利用効率を高めている。

【 0 0 4 9 】

図 4 2、図 4 3 は反射手段を構成するルーフミラーの数による反射光束の集光状態を示した図である。

【 0 0 5 0 】

図 4 2 (A) ~ (C) においてルーフミラーの数が増すごとに傾斜面 1 面当りの反射面が光源 1 を見込む角度 (θ_r) は小さくなり分割された光束の 1 光束の光量は減少するが、同時に受光面 2 へ導かれるため反射光束の受光面上の照射領域も小さくなる。

【 0 0 5 1 】

ルーフミラーの数が増えることで光量の減少分は打ち消され、トータル光量は変わらず、受光面 2 への照射面積が小さくなる効果のみが有効となる。

【 0 0 5 2 】

図 4 3 (A) ~ (C) は同一の発散角度を持って光源 1 から受光した光束が反射体 3 に入射して、しかも光源との距離を同一にした時を示している。図 4 3 (A) ~ (C) において受光面 2 上へ導かれる光束の光線密度はルーフミラーのピッチが小さくなるほど高くなっている。

【 0 0 5 3 】

本発明の反射体は以上の原理のもとに発明が成立っている。

【 0 0 5 4 】

次に図 1 を用いて、本発明の実施形態 1 の 1 次元収束性の反射素子（反射体）の光学作用を説明する。

【 0 0 5 5 】

フォトセンサを構成する光源からの光束（不図示）は、図 1 の反射体 3 の下方（V字型溝を設けた面と対向する面）より反射体 3 に照射され、透光性部材 T T 1 の内部を光束が進行する。そのうち、V字型溝部へ到達した光束は、内部全反射の作用により 2 回の全反射を繰り返して、再びフォトセンサの光源側の空間へ戻され、フォトセンサを構成するセンサ受光部へ導かれる。なお、図中、S a は反射体 3 の変位方向を示している。ただし、本発明は、この方向（X軸方向）にのみ限定するものではなく、S a と直交する（Y軸方向）、その他、X Y 面内に含まれる他の方向で反射体 3 の移動を捕らえることが可能である（実施形態 2）。

【 0 0 5 6 】

図 2 は、本発明である反射体の第 2 の実施形態を説明する要部斜視図である。

【 0 0 5 7 】

第 2 の実施形態は、反射式リニアエンコーダ用スケールとしての反射体 3 の一部に 1 次元収束性の反射手段を適用した場合である。この実施形態においても先の第 1 の実施形態と同様に、反射体 3 の反射部分は、複数の連続した V字型溝よりなり、光学的な反射作用は、前述と同様の透光性部材内部全反射の作用と同じである。

【 0 0 5 8 】

この複数の V字型溝が連続して配列された、「V字型溝群」O E を一体的な光学エレメントとしての反射手段としている。

【 0 0 5 9 】

本実施形態において、第 1 の実施形態と異なる点は、反射体基板面 T T 2 に沿って V字型溝群 O E を 1 個ではなく、複数個、移動方向 S a に周期的に並べた構成になっている点である。

【 0 0 6 0 】

図中 $L a$ は不図示の反射式エンコーダにおける光源の発光面に立てた法線で、この法線 $L a$ は光源から反射体 3 に照射される光束の主光線と一致し、その主光線と反射スケール（反射体 3）はほぼ垂直に交わっている。

【 0 0 6 1 】

図 3 は第 2 の実施形態の反射式リニアエンコーダ用スケールとしての反射体 3 を上面（Z 軸方向）から見た図である。

【 0 0 6 2 】

本発明の 1 次元収束性の反射素子 $O E$ は、変位測定方向 $S a$ に沿って図中、 $P 1$ で示される間隔（ピッチ）で配列されている。このピッチ $P 1$ は、反射式リニアエンコーダ用スケールのスケールピッチに相当し、センサによる直線変位測定の際の測定分解能を決定する。

【 0 0 6 3 】

次に図 3 の $A A$ 断面図、 $B B$ 断面図にてこの反射体 3 の特徴を説明する。

【 0 0 6 4 】

図 4、図 5 は、それぞれ図 3 の $A A$ 断面および $B B$ 断面を表している。

【 0 0 6 5 】

$3 a$ 、 $3 b$ は、V 字型溝 $O E$ を構成する 2 つの傾斜面である。

【 0 0 6 6 】

$R a$ は、2 つの傾斜面 $3 a$ ($3 a 1$, $3 a 2 \cdots$)、 $3 b$ ($3 b 1$, $3 b 2 \cdots$) のなす角度（V 字型溝の開き角）で、 $P m$ は V 字型溝の配列ピッチ d は、V 字型の溝深さである。図 3 の $P 1$ は 1 次元収束性反射素子 $O E$ の配列周期（＝エンコーダスケールピッチ）上記の形状パラメータに対して、本実施形態での具体的な設計値例としては、

$$P 1 \cong 169 \mu m$$

$$P m \cong 100 \sim 200 \mu m$$

$$R a \cong 95^\circ$$

$$W r m a \cong 85 \mu m$$

$$d 2 \cong P m / 2 + 10 \mu m$$

$$d \cong P m / 2 \quad (50 \sim 100 \mu m)$$

また、図 4 中、 n は光源からの主光線 $L a$ と平行な直線をあらわし、本実施形態では V 字型溝のなす角を 2 等分する。

【 0 0 6 7 】

図 5 において、面 3 c は平面平坦部で、V 字型溝群の間に存在しており、この部分への裏面 $T T 2 b$ から照射された光束は、全反射せず透過して、エンコーダ側の受光素子部へ反射導光されることはない。面 3 c は実質的に入射光束を反射しなければ機能する。

【 0 0 6 8 】

図 5 において、面 3 c と面 3 c との間の凹部の斜面 3 d と、面 3 c の法線 3 e とのなす角度 $R b$ は射出成形技術で反射スケール 3 を製造する際に必要な金型の抜き勾配としての角度を設けており、具体的には $R b \cong 3^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 程度である。

【 0 0 6 9 】

以上、第 1, 2 の実施形態では複数の連続した V 字型溝群による透光性部材の内部全反射の作用を利用している。このため反射体 3 は、その基板の表面にアルミ反射膜などを施さずに、実質的な光束の反射機能を果たしている。

【 0 0 7 0 】

本実施形態の反射体 3 は内部全反射の作用を利用した透光性部材に限定されることはなく、たとえば、アルミ等の軟質金属板を用いて P x 技術などの安価な加工方法で V 字型溝の形状加工して 1 次元収束性反射素子を構成してもよい。

【 0 0 7 1 】

以下、図 6 ～図 1 0 において、従来の反射面として平面よりなり、その面にアルミ反射膜を施した反射体と本発明の 1 次元収束性の反射手段を用いた反射体とを比較することでその特長を説明する。

【 0 0 7 2 】

まず、図 6 は、従来の反射面として平面よりなり、その面にアルミ反射膜を用いた反射体 3 の説明図であり、フォトセンサ P S の光源 1 からの光束が反射体 3 の反射面 3 a 1 を介して受光素子 2 に導かれるまでの光路を示している。これは図 4 7 で説明したのと同様である。

【 0 0 7 3 】

図 6 において、光源 1、受光サイズが $P D W y \times P D W x$ のサイズの受光素子 2、およびアルミ反射膜 3 a 1 をその表面に施した反射体 3 より構成される。

【 0 0 7 4 】

図中、点線は光源、反射体、受光素子の間の光線を示している。

【 0 0 7 5 】

幾何学的な関係からアルミ反射膜 3 a 1 における有効光束が照射された部分の幅 $L w 1$ は $L w 1 = 1 / 2 P D W y$ である。いま、受光素子 2 のサイズを $4 0 0 \mu m$ とすると、アルミ反射面上では $2 0 0 \mu m$ 程度で、光源 1 から受光素子 2 へ到達する光線はごくわずかである。

【 0 0 7 6 】

この反射体 3 でのフォトセンサ P S と反射体 3 との間のギャップ（距離）と受光部 2 が受け取る光量の関係は次式となる。

$$\text{光量} = 1 / (\text{距離})^2$$

図 7 は本発明の V 字型溝反射面（一次元収束性反射手段）を有する反射体 3 を用いた場合の光線を示す概略図である。先の実施形態 1、2 では透光性部材の内部全反射を用いたが、ここでは説明を簡略化させるために、同様の光学特性を示す V 字型溝を形成した金属反射体を用いて説明する。図 7 では V 字型溝面は先のアルミ反射膜と同等の反射率と考え、V 字型の溝の開き角（ $R a$ ）を $9 5^\circ$ 程度にして同様の光線パスを取るようになっている。

【 0 0 7 7 】

図 7（B）の側面からの光線パスは先の図 6（B）と同様で差がない。

【 0 0 7 8 】

しかし、先の図 6（A）の光束照射幅が $L w 1$ であるのに対して、図 7（A）では光束の発散角を広げて光束照射幅 $L w 2$ としても、V 字型溝面で 2 回反射された光は図 7 のように多くの光線をフォトセンサ P S の受光素子 2 に導いている。

【 0 0 7 9 】

光源 1 の位置と受光素子 2 の位置が離れているので開き角 $R a$ を調整することで目標となる受光位置に光線を導くことが可能である。ここでは、角度 $R a$ を 9

5 度前後としているために実際の光線は受光素子 2 側だけでなく、受光素子 2 とは光源 1 について対称な位置にも光線は導かれる。(図 7 (B) での点線の光線 7 1)

図 8 は、本発明の反射体の前述したのと別の効果を説明する為の図である。いわゆる反射型エンコーダにおけるフォトセンサ P S と、スケール (反射体) 3 間の G A P (間隔) 特性に関する性能であって、図 8 (A) は、センサ P S と反射スケール 3 を基準位置から遠ざけた場合の状態を表している。図 8 (B) は標準的基準距離の場合を示している。

【 0 0 8 0 】

従来の反射体では、受光素子 2 で検出される光量は実質的に $1 / (\text{距離})^2$ の比例関係がある。従って図 8 (A) と図 8 (B) とでは 2 倍のギャップの差があると、図 8 (A) では受光素子 2 で検出される光量は図 8 (B) に比べて実質的に光量は 2 5 % 程度に落ち込む。

【 0 0 8 1 】

しかし、本発明を用いた反射スケールでは先の図 7 および、この図 8 (A)、図 8 (B) から理解されるように、受光部で検出される光線はギャップ (距離) 変動に依存していない。よって、図 7 (B) において受光素子 2 で検出される光線は $1 / \text{距離}$ の関係といえる。このように本発明ではギャップの変動に対して受光素子 2 で検出される光量は鈍感であるの点においても優れている。

【 0 0 8 2 】

図 9 は、さらに本発明の別の効果を説明する為の図である。

【 0 0 8 3 】

いわゆる反射型エンコーダにおけるフォトセンサ P S と反射体 3 の相対的なあおり (たおれ) 特性に関する性能であって、図 9 に示されるように本発明の反射スケール 3 の倒れ (θ) が変化しても反射体 3 から受光部 2 へ導かれる光線は安定している。

【 0 0 8 4 】

以上、本発明の V 字型溝、又は V 字型溝群を有する反射体 3 を用いた場合にはフォトセンサ P S の受光部 2 へ導かれる絶対的な光量が従来の反射体を用いた場

合に比べて大きくなるという長所が得られる。

【0085】

反射スケールとフォトセンサの距離（ギャップ）が変動しても、受光部で検出される光量の変化が少なく、検出される光量は（1／距離）の関係式となる。

【0086】

フォトセンサと反射体との相対的な倒れ（ θ ）に対して鈍感となり、検出される光量が大きく減少することがない。

【0087】

次に本発明の他の実施形態を図10～図20を用いて説明する。

【0088】

ここでも実施形態の説明を簡略化させるために、V字型溝を形成した金属反射体を例に用いて説明する。

【0089】

（第3の実施形態）

図10は第3の実施形態であり、その反射体は第2の実施形態と同様の構成であるが、唯一、V字型溝の2つの傾斜面3a、3bとのなす角 R_a が90度である点が異なる。

【0090】

この場合、光源1の発光点位置Lと受光部2の受光（集光）点位置Pとの距離は、V字型溝の配列ピッチ P_m とほぼ等しい値となる。この角度 $R_a = 90$ 度での光学特性は1次元の再帰反射効果と同等となる。

【0091】

この図10（B）から理解されるように、この角度 $R_a = 90$ 度の設定では発光点位置Lと受光（集光）点位置Pとが近すぎてしまい、V字型溝のピッチ P_m を大きく設定しないと現実には光源1と受光部2が機械的に干渉してしまう。

【0092】

また、V字型溝のピッチ P_m をあまり大きくすると反射体の厚みを増大させてしまうことになりよい解決策とはいえない。

【0093】

$R_a = 90$ 度の設定でしかもピッチ P_m を問題ない寸法に設定した場合に、実現可能はフォトセンサ側の構成例として、図 12 の構成が適用できる。

【0094】

図 12 において、反射スケール 3 は透光性部材からなり角度 $R_a = 90$ 度の設定である。

【0095】

この場合には、受光素子 2 のシリコンフォトダイオードのチップ上に LED 1 のチップを載せて実装し、上述の問題を回避することが可能である。実装密度が高い点では好ましい構成ともいえるが LED 1 の発熱を考慮する必要がある。

【0096】

実装面から考えると角度オフセットを与え（ 90 度よりも大きな角度に設定し）図 13 のように同一の実装面にシリコンフォトダイオード 2 と、LED チップ 1 を並べて実装するのが好ましい。

【0097】

そこで有効な手段としては、この角度 R_a を 90 度より大きい角度に設定することがよい。

【0098】

これまでの V 字型溝の説明の図（図 6、図 7、図 8、図 9）の中でもすでに $R_a = 95$ 度前後の設定で説明している。図 11 (A) は角度 $R_a = 90$ 度の場合、図 11 (B) は角度 $R_a = 95$ 度の場合の光線図である。

【0099】

以上のように V 字型溝のなす角 R_a は設計上の可変パラメータとして重要である。

【0100】

ここでの説明では金属反射部材に V 字型溝を施した場合を例に説明した。

【0101】

ただし、透光性部材を用いた場合には、さらに光学的な全反射の条件が加わり、光源からの光線を受光素子 2 へ効率よく導く為には V 字型溝の配列や配列ピッチのほか、さらに改善可能な構成要素が適用できる。

【0102】

図14～図16は、本発明における他の実施形態の説明図である。これらの実施形態では、光源1（L）からの光線で反射体3を介した光束をより効率よく受光素子2（P）に導く為のいくつかの例を示している。

【0103】

（第4の実施形態）

図14（A）は第4の実施形態で、比較の為の基本形としての構成（ $R_a = 95^\circ$ 設定）を設定した図である。光源1と受光素子2の位置を離すことができ、この方法で適宜、投・受光位置を配置できる。

【0104】

（第5の実施形態）

図14（B）は、シリンドリカル（円筒面または楕円円筒面の一部の）面CLに沿ってV字型の溝を配列している。透光性部材を用いた場合には有効で、全反射の条件に対して制約を受けやすい図14（A）の構成に対して、V字型溝の面への光線の入射角度許容範囲が広く取れ、光量が安定する。

【0105】

（第6の実施形態）

図14（C）は第5の実施形態であり、図14（B）でのそれぞれのV字型溝の方向（一点鎖線の角度方向）を維持しつつ、V字型溝を直線状に配置した例である。図14（B）では湾曲した分反射体の厚さが厚くなるがこの例ではその点を改善している。

【0106】

（第7の実施形態）

本発明の概念は、V字型溝のみならず、以下の第7の実施形態である図15（A）、もしくはその変形例としての第8の実施形態図15（B）も適用できる。

【0107】

図15（A）は第6の実施形態で、シリンドリカル面CLにアルミ蒸着等の反射膜を形成してなる1次元収束性反射素子の例である。これまでのV字型溝のタイプと同様に従来の技術課題を解決可能である。

【 0 1 0 8 】

(第 8 の実施形態)

図 1 5 (B) は第 8 の実施形態で、この例では厚みが増す問題点を回避する為にシリンドリカル面 C L を分割して異なる曲率の局面を組み合わせて成り立っている。分割したシリンドリカル面 C L には反射膜を施している。

【 0 1 0 9 】

図 1 5 (A) , (B) をある厚みの中にこの 1 次元収束性反射素子の閉じ込めることを条件として比較する。これらの実施形態では同じ厚み t において、光源からの光束を広い受光部へ導くことが可能な範囲はシリンドリカル曲面を分割した図 1 5 (B) では $\pm 10^\circ$ に反射光束が広がる。こうした変形で光量の利用効率はさらに向上する。

【 0 1 1 0 】

(第 9 の実施形態)

図 1 6 (A) は第 9 の実施形態で、反射体として反射型のフレネルゾーンプレートを用いた場合である。ここでは、反射部 3 0 5 (A) 位に V 字型溝の内部全反射の作用をもちいて反射面を形成している。

【 0 1 1 1 】

(第 1 0 の実施形態)

図 1 6 (B) は第 1 0 の実施形態で、先の図 1 4 (B) の構成をさらに改良して分割したシリンドリカル面 C L にはアルミ反射膜を施さずに V 字型溝の内部全反射の作用を用いて同様に反射面を形成している。

【 0 1 1 2 】

図 1 7 は、先に説明した図 1 4 (c) の 1 次元収束性反射素子を有する反射体 3 をリニアエンコーダ用の反射スケールとして適用した構成である。図において 1 はフォトセンサ P S の光源、2 a はフォトセンサ P S で構成された受光手段である。

【 0 1 1 3 】

(第 1 1 の実施形態)

図 1 8、図 1 9 は第 1 1 の実施形態で、透光性部材 T T 1 に V 字型溝群 O E を

周期的に設けた反射型リニアエンコーダの反射スケール 3 の図で第 2 の実施形態の構成において、透明基板の裏面にシリンドリカル面 C L を一体的に又は独立して設けて光の利用効率を高めている。

【 0 1 1 4 】

その Y Z 断面、X Z 断面を図 1 9 (A), (B) に示す。光源からの発散光束はシリンドリカル面 C L でほぼ平行光束へ変換され、V 字型溝面での 2 回の内部全反射を繰り返し再びシリンドリカル面 C L を通過する際に収束光束に変換され受光部（不図示）へ導かれる。

【 0 1 1 5 】

図 2 0 は、これまで説明してきた本発明の 1 次元収束性反射素子を有した反射体を、例えばエンコーダ等に用いた場合のフォトセンサと反射体間の距離とフォトセンサの受光部が光を検出したときに発生する光電流の値との関係を従来の反射板（平板へアルミ蒸着した反射体）を用いた場合と比較して示した説明図である。本発明の 1 次元収束性反射素子を用いた場合には、受光可能な絶対光量が増し、その結果多くの光電流が得られる。この結果光電流ピークが増大する。

【 0 1 1 6 】

一方、距離特性においても従来の $1 / (\text{距離})^2$ に対して、本発明では $1 / \text{距離}$ の特性となるため優れた特性が得られる。

【 0 1 1 7 】

なお、本発明はリニア型エンコーダを例に説明してきたが反射型のロータリーエンコーダ用のスケールとしても同様に適用可能である。

【 0 1 1 8 】

(第 1 2 の実施形態)

図 2 1 は第 1 2 の実施形態で、2 次元光束収束性のある反射体（反射素子）の実施形態の要部斜視図である。

【 0 1 1 9 】

本実施形態は、前述の V 字型溝面による第一の反射作用に加え、その V 字型溝を円筒側面上に配置したことによる第二の反射作用を備えた点に特徴がある。

【 0 1 2 0 】

以下、図 4 4 を用いて説明する。

【 0 1 2 1 】

図 4 4 (A) の S E C は前述の第一の基本的な反射作用を説明するために用いた主要断面の形状を示している。この平面 S E C を回転軸 R o の周りに回転させると図 4 4 (B) に示されるように円筒体側面に複数の V 溝形状が得られる。この円筒体側面表面に形成された V 溝の一部を反射標識体とすることが本発明の「第二の反射作用」の特徴で、このような複数の曲面により反射要素 O E を構成するルーフミラー、もしくはルーフプリズムが形成される。

(ここでの説明の図の場合では 2 つの円錐面の一部を組み合わせて反射要素 O E が形成されている。)

図 4 4 (C)、(D) は上記の反射要素 O E を複数個、Y 軸方向へ配列した反射標識部の例で図 2 1 と同様のものである。

【 0 1 2 2 】

図 4 4 (C)、(D) での R o は先に説明した V 溝形状の回転対称軸である。また、C C はその回転対称軸上の任意の点である。点 F P はこのポイントに光源を配置し、この反射体に発散光束を照射した場合の集光位置をあらわしている。

【 0 1 2 3 】

図中 3 は透光性の部材であるため、F P と C C 位置に一致しない。

【 0 1 2 4 】

しかし、3 の反射体が図 1 の (B) のように直接光源からの光束を受けるような反射体では $F P = C C$ となる。

【 0 1 2 5 】

第一の反射作用は、複数の反射面 3 a, 3 b で形成された反射要素 O E を Y 軸方向に複数、配列した反射体、言い換えれば、マイクロルーフミラー、もしくはルーフプリズムを配列した「M R A」反射体、この「M R A」反射体により光源からの発散光束を収束性とすることが第一の反射作用である。

【 0 1 2 6 】

第二の反射作用は、上記反射要素 O E を形成する反射面を曲面とし、これらの曲面の光学作用により、第一の反射作用と異なる成分について集光性作用が得ら

れるような曲面を構成した点にある。

注) MRA ; Micro Roofmirror (Prism) Array

よって、本反射体では光源からの発散性光束を2つの異なる反射収束作用、反射集光作用を用いていることが特徴である。

【0127】

この反射体は、従来知られている反射凹面ミラーとは異なる反射性能特性を示し、反射膜等を用いずに2次元の収束性の反射素子の実現可能である。

【0128】

次に図21を用いて、本発明の第12の実施形態である2次元収束性の反射素子（反射体）の光学作用を説明する。

【0129】

フォトセンサを構成するセンサ光源からの光束（不図示）は、図21の反射体3の下方（V字型溝を設けた面と対向する面）より反射体3に照射され、透光性部材TT1の内部を光束が進行する。そのうち、V字型溝部へ到達した光束は、内部全反射の作用により2回の全反射を繰り返して、再びフォトセンサの光源101側の空間へ戻され、フォトセンサを構成するセンサ受光部へ導かれる。なお、図中、Saは反射体3の変位方向を示している。ただし、本実施形態は、この方向（X軸方向）にのみ限定するものではなく、Saと直交する（Y軸方向）、その他、XY面内に含まれる他の方向で反射体3の移動を捕らえることが可能である。

【0130】

（第13の実施形態）

図22は第13の実施形態で、反射体の要部斜視図である。

【0131】

第12の実施形態は、反射式リニアエンコーダ用スケールとしての反射体3の一部2次元収束性の反射手段を適用した場合である。この実施形態においても先の実施形態1と同様に、反射体3の反射部分は、複数の連続したV字型溝よりなり、光学的な反射作用は、前述と同様の透光性部材内部全反射の作用と同じである。

【 0 1 3 2 】

この複数の V 字型溝が連続して配列された、「V 字型溝群」 O E を一体的な光学エレメントとしての反射手段としている。

【 0 1 3 3 】

本実施形態において、実施形態 1 と異なる点は、反射体基板面 T T 2 に沿って V 字型溝群 O E を 1 個ではなく、複数個、移動方向 S a に周期的に並べた構成になっている点である。

【 0 1 3 4 】

図中 L a は不図示の反射式エンコーダにおける光源の発光面に立てた法線で、この法線 L a は光源から反射体 3 に照射される光束の主光線と一致し、その主光線と反射スケール（反射体 3）はほぼ垂直に交わっている。

【 0 1 3 5 】

図 2 3 は第 1 2 の実施形態の反射式リニアエンコーダ用スケールとしての反射体 3 を上面（Z 軸方向）から見た図である。

【 0 1 3 6 】

本実施形態の 1 次元収束性の反射素子 O E は、変位測定方向 S a に沿って図中、P 1 で示される間隔（ピッチ）で配列されている。このピッチ P 1 は、反射式リニアエンコーダ用スケールのスケールピッチに相当し、センサによる直線変位測定の際の測定分解能を決定する。

【 0 1 3 7 】

さらに図 2 3 図中の A - A 断面図、B - B 断面図にてこの反射体 3 の特長を図 2 4、図 2 5 で説明する。

【 0 1 3 8 】

図 2 4、図 2 5 は、それぞれ図 3 の A A 断面および B B 断面を表している。前実施形態と共通する記号および形状パラメータの説明は省略する。

【 0 1 3 9 】

図 2 5 において、V 字型溝群は隙間なく配列されているが不図示の面 3 c（平面平坦部）が、V 字型溝群の間に存在してもよい、この部分への裏面 T T 2 b から照射された光束は、全反射せず透過して、エンコーダ側の受光素子部へ入射し

ない。

【 0 1 4 0 】

本実施形態の反射体 3 は内部全反射の作用を利用した透光性部材に限定されることはなく、たとえば、アルミ等の軟質金属板を用いて P x 技術などの安価な加工方法で V 字型溝の形状加工して 2 次元収束性反射素子を構成してもよい。

【 0 1 4 1 】

以下、図 2 6 ～ 図 3 0 において、従来の反射面として平面よりなり、その面にアルミ反射膜を施した反射体と本発明の 2 次元収束性の反射手段を用いた反射体とを比較することでその特長を説明する。

【 0 1 4 2 】

まず、図 2 6 は、従来の反射面として平面よりなり、その面にアルミ反射膜を用いた反射体 3 の説明図であり、フォトセンサ P S の光源 1 からの光束が反射体 3 の反射面 3 a 1 を介して受光素子 2 に導かれるまでの光路を示している。図 2 6 において、光源 1、受光サイズが P D W y × P D W x のサイズの受光素子 2、およびアルミ反射膜 3 a 1 をその表面に施した反射体 3 より構成される。図中、点線は光源、反射体、受光素子の間の光線を示している。幾何学的な関係からアルミ反射膜 3 a 1 における有効光束が照射された部分の幅 L w 1 は $L w 1 = 1 / 2 P D W y$ である。いま、受光素子 2 のサイズを $400 \mu m$ とすると、アルミ反射面上では $200 \mu m$ 程度で、光源 1 から受光素子 2 へ到達する光線はごくわずかである。

【 0 1 4 3 】

この反射体 3 でのフォトセンサ P S と反射体 3 との間のギャップ（距離）と受光素子 2 が受光する光量の関係は次式となる。

$$\text{光量} = 1 / (\text{距離})^2$$

図 2 7 は本発明の V 字型溝反射面（一次元収束性反射手段）を有する反射体 3 を用いた場合の光線を示す概略図である。先の第 1 2 の実施形態では透光性部材の内部全反射を用いたが、ここでは説明を簡略化させるために、同様の光学特性を示す V 字型溝を形成した金属反射体を用いて説明する。図 2 7 では V 字型溝面は先のアルミ反射膜と同等の反射率と考え、V 字型の溝の開き角（R a）を 95

。程度にして同様の光線パスを取るようになっている。図 2 7 (B) の側面からの光線パスは先の図。 2 6 (B) と同様で差がない。

【 0 1 4 4 】

しかし、図 2 7 (A) では、先の図。 2 6 (A) の $Lw1$ の幅が幅 Lwz と広がり多くの光線をフォトセンサ PS の受光素子 2 に導いている。

【 0 1 4 5 】

光源 1 の位置と受光素子 2 の位置が離れているので開き角 Ra を調整することで目標となる受光位置に光線を導くことが可能である。ここでは、角度 Ra を 95° 前後としているために実際の光線は受光素子 2 側だけでなく、受光素子 2 とは光源 1 について対称な位置にも光線は導かれる。(図 7 (A) での点線の光線 7 1)

図 2 8 は本発明の第 1 2 の実施形態 2 と同様な V 字型溝群が多数配列された反射体 3 をエンコーダ用反射スケールとして用いた場合の概略図である。同図はフォトセンサ PS の発光素子 1 から反射体 3 を介して受光素子 2 まで導かれる概略の光線の様子をあらわしている。以下、先の図 2 7 と同様であるので説明を省く。

【 0 1 4 6 】

この場合にも図 2 6 に示すように、従来のアルミ反射膜を施した反射体 1 0 5 と比較して、反射体 3 からのより多くの光線が受光素子 2 に導かれる。

【 0 1 4 7 】

本発明の反射スケール(反射体)は、従来アルミ等の反射膜を設けた反射スケールより反射体からの光をより効率的に受光部に導くことができる。

【 0 1 4 8 】

図 2 9 は、本発明の反射体の前述したのと別の効果を説明する為の図である。いわゆる反射型エンコーダにおけるフォトセンサ PS と、スケール(反射体) 3 間の GAP (間隔) 特性に関する性能であって、図 2 9 (A) は、センサ PS と反射スケール 3 を基準位置から遠ざけた場合の状態を表している。図 2 9 (B) は標準的基準距離の場合を示している。受光効率については、本出願第 1 の実施形態と同様である。

【 0 1 4 9 】

図 3 0 は、さらに本発明の別の効果を説明する為の図である。

【 0 1 5 0 】

いわゆる反射型エンコーダにおけるフォトセンサ P S と反射体 3 の相対的なあり（たおれ）特性に関する性能であって、図 3 0 に示されるように本発明の反射スケール 3 の倒れ（ θ ）が変化しても反射体 3 から受光部 2 へ導かれる光線は安定している。

【 0 1 5 1 】

以上、本発明の V 字型溝、又は V 字型溝群を有する反射体 3 を用いた場合にはフォトセンサ P S の受光部 2 へ導かれる絶対的な光量が従来の反射体を用いた場合に比べて大きくなるという長所が得られる。

【 0 1 5 2 】

（第 1 4 の実施形態）

図 3 1 は第 1 4 の実施形態で、稜線が円弧をなす V 字型溝、又は V 字型溝群が移動方向に複数配列された場合の光線光束が複数の位置（P 1 ～ P 4）に集光している状態を説明した図である。

【 0 1 5 3 】

第 1 の実施形態での V 字型溝、又は V 字型溝群が平面状に構成しているために、実質的な非反射領域を設けなくてはならないのに対し、本第 1 4 の実施形態はほぼ全光束を利用可能にして、使用効率を向上させている。なお、V 字型溝、又は V 字型溝群の角度を変化させると図 3 2 のように反射光束の集光位置 P を発光位置から離すことができる。これにより適宜、図 3 3 や図 3 4 のように光源 1 と受光素子 2 の位置を設定することができる。

【 0 1 5 4 】

本第 1 4 の実施形態に前述の第 4 ～第 1 0 の実施形態による発明を組み合わせても良い。

【 0 1 5 5 】

（第 1 5 の実施形態）

図 3 5、3 6、3 7 は第 1 4 の実施形態で、先に説明した図 2 1（A）の 1 次

元収束性反射素子を有する反射体 3 の発明に第 4 の実施形態である図 1 4 (B) を組み合わせた 2 次元収束性反射素子 3 で構成されたりニアエンコーダ用の反射スケールである。実質的に V 字型溝群の有する稜線によって形成される包絡面が球面の一部をなした理想的な形態である。

【0 1 5 6】

さらに、図 3 6 は当該図 3 5 の構成を複数配列した実用的なりニアエンコーダ用の反射スケールである。本実施形態は、図 2 1 の第 1 3 の実施形態および図 3 1 の第 1 4 の実施形態による効果と図 1 4 (B) の第 5 の実施形態による効果とを備えたものである。図 3 7 でわかるように下面 T T 1 方向から入射した光源光束からの発散光束は本実施形態において、適度に収束して受光素子 2 の検出面上に集光し、受光効率を向上させている。

【0 1 5 7】

なお、上記の全実施態様において各反射面、反射素子、反射素子の配列群間の接合部は実質的非反射にすることが望ましい。

【0 1 5 8】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば測定、観測対象となる反射体に設ける反射素子を適切に構成することにより、フォトセンサにレンズを用いなくても高い光伝達効率を得られ、又、反射体とフォトセンサ間の相対的な位置ずれに対しても感度の鈍い特性となり、反射体の有無や移動状態を高精度に検出することができる反射体及びそれを用いたエンコーダ等の変位検出装置を達成することができる。

【0 1 5 9】

この他本発明によれば、反射体を光学センサ用の標識部材、光学スケールとして用いることで、発光、受光間で高い光伝達効率を得られ、また、反射体、センサ間の相対的な位置ずれに対しても感度の鈍い特性にすることができ、レンズが不要なためセンサの小型化、薄型化が可能となる。又、反射膜等を施すことなくインジェクション M o やプレス技術で製造可能なため加工コストもかからずローコスト化に有効となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による 1 次元収束性反射素子の第 1 の実施形態を示す斜視図

【図 2】

本発明による 1 次元収束性反射素子の第 2 の実施形態で、リニアエンコーダ用スケールとして用いたときの斜視図

【図 3】

図 2 のリニアエンコーダ用スケールを光源光軸方向からみた上面図

【図 4】

図 2 のリニアエンコーダ用スケールの A - A 断面図（図 3 の矢視 A A）

【図 5】

図 2 のリニアエンコーダ用スケールの B - B 断面図（図 3 の矢視 B B）

【図 6】

従来のアルミ反射膜を設けた反射体の反射光の光路図

【図 7】

図 1 に示した V 溝を設けた反射ターゲットによる反射光光路図

【図 8】

本発明の反射スケールの G A P 特性をあらわす図

【図 9】

本発明の反射スケールの倒れ特性をあらわす図

【図 1 0】

本発明の反射スケールの反射光路を表す図

【図 1 1】

本発明の反射スケールの反射光路での収束光束位置のオフセットありとなしの図

【図 1 2】

本発明の反射スケールの反射光路を表すオフセットなしでの図

【図 1 3】

本発明の反射スケールの反射光路を表すオフセットありでの図

【図 1 4】

本発明の反射スケールの実施形態を示す図

【図 1 5】

本発明の反射スケールのその他の実施形態を示す図

【図 1 6】

本発明の反射スケールのその他の実施形態を示す図

【図 1 7】

本発明の反射スケールの光量の利用効率を説明する為の図

【図 1 8】

本発明の反射スケールのその他の実施形態を示す図

【図 1 9】

本発明の反射スケールのその他の実施形態を示す図

【図 2 0】

本発明の反射スケールのその他の実施形態を示す斜視図

【図 2 1】

本発明による 1 次元収束性反射素子の第 1 2 の実施形態を示す斜視図

【図 2 2】

本発明の 1 次元収束性反射素子の第 1 3 の実施形態で、リニアエンコーダ用スケールとして用いたときの斜視図

【図 2 3】

図 2 2 のリニアエンコーダ用スケールを光源光軸方向からみた上面図

【図 2 4】

図 2 3 のリニアエンコーダ用スケールの A - A 断面図

【図 2 5】

図 2 3 のリニアエンコーダ用スケールの B - B 断面図

【図 2 6】

従来のアルミ反射膜を設けた反射体の反射光の光路図

【図 2 7】

図 2 1 に示した V 溝を設けた反射ターゲットによる反射光光路図

【図 2 8】

図 2 2 に示したリニアエンコーダ用の反射スケールでの反射光光路図

【図 2 9】

本発明の反射スケールの G A P 特性をあらわす図

【図 3 0】

本発明の反射スケールの倒れ特性をあらわす図

【図 3 1】

本発明の反射スケールの反射光路を表す図

【図 3 2】

本発明の反射スケールの反射光路で収束光束位置のオフセット有無の図

【図 3 3】

本発明の反射スケールの反射光路を表すオフセット無しの場合の実施図

【図 3 4】

本発明の反射スケールの反射光路を表すオフセット有りの場合の実施図

【図 3 5】

本発明の反射スケールのその他の実施形態を示す図

【図 3 6】

本発明の反射スケールのその他の実施形態を示す図

【図 3 7】

図 3 6 の反射スケールの実施形態を示す斜視図

【図 3 8】

本発明の反射体の光路を示す説明図

【図 3 9】

本発明の反射体の光路を示す概略図

【図 4 0】

本発明の反射体の光路を示す概略図

【図 4 1】

本発明の反射体の光路を示す概略図

【図 4 2】

本発明の反射体の光路を示す概略図

【図 4 3】

本発明の反射体の光路を示す概略図

【図 4 4】

2 次元光束収束性のある反射体（反射素子）の説明図

【図 4 5】

従来の反射センサ、フォトリフレクタ

【図 4 6】

従来のレンズ付反射センサ、フォトリフレクタ

【図 4 7】

従来の反射センサ、フォトリフレクタ図 1 2 の特性

【図 4 8】

従来のレンズ反射エンコーダ

【符号の説明】

1 光源

1 a 発光エリア a

1 b 発光エリア b

2 受光素子

2 a 1, 2 b 1, 2 c 1, 2 d 1 フォトダイオード

2 a 2, 2 b 2, 2 c 2, 2 d 2 フォトダイオード

2 a 3, 2 b 3, 2 c 3, 2 d 3 フォトダイオード

3 反射スケール

3 a 1, 3 b 1, 3 a 2, 3 b 2 V 溝を形成する斜面

3 c 1, 3 c 2 平坦面

3 a 1 アルミ反射膜

P 1 スケールピッチ

P 2 フォトダイオードセグメントピッチ、および L E D 発光エリアピッチ

P m V 溝のピッチ

R a V 溝の角度

S 1、S 2、S 3 フォトダイオードのセグメント

d V溝の深さ

d 2 3 c 面から V 溝底部までの深さ

L 光源ポイント

P 受光ポイント

L a 光源から立てた法線

S a センサと反射体の相対変位方向

W r m a V 溝群の相対変位方向 (X 軸方向) の幅

1 0 0 基板

1 0 1 光源

1 0 2 受光部

1 0 3、1 0 4 レンズ

1 0 5 反射スケール

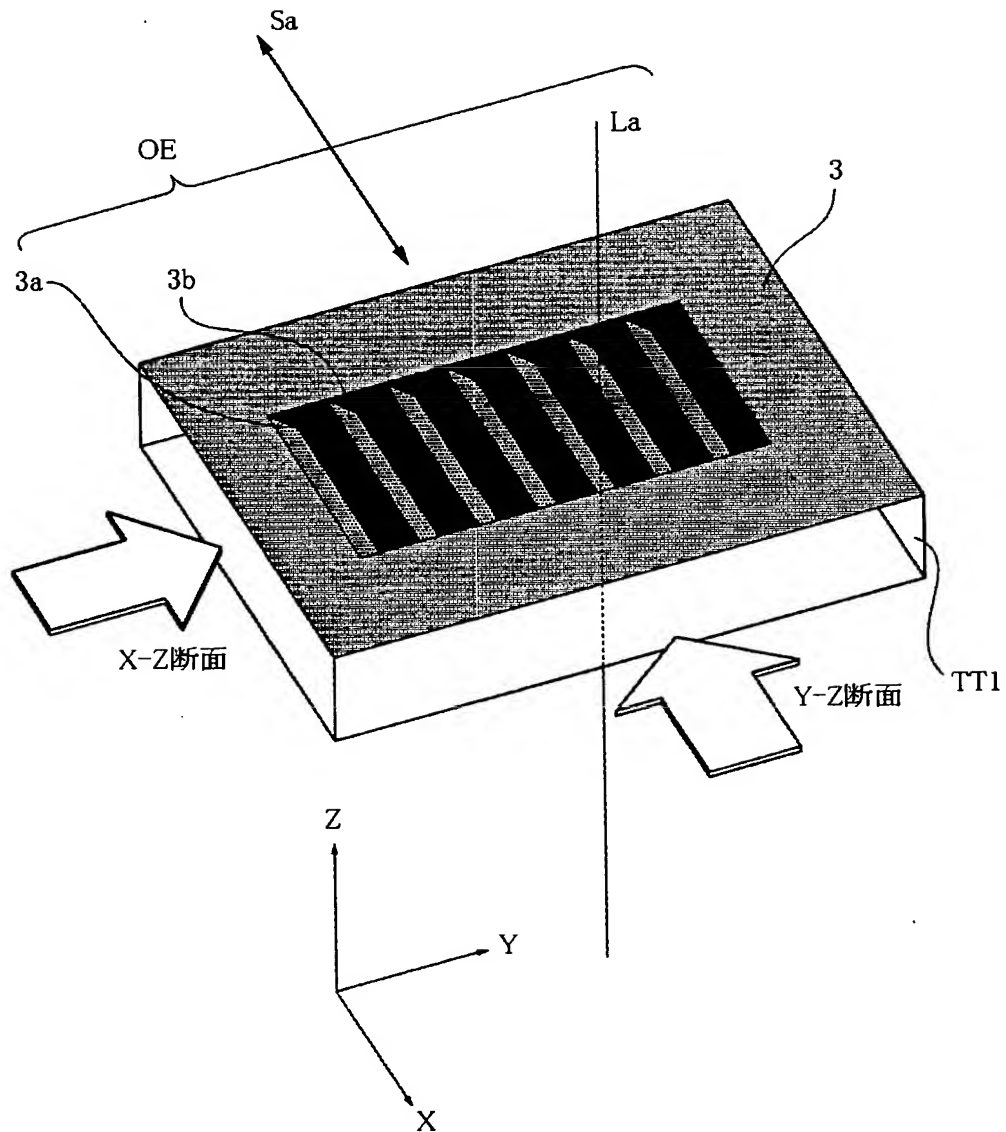
1 0 5 a 反射部分

1 0 5 b 反射スケール基板

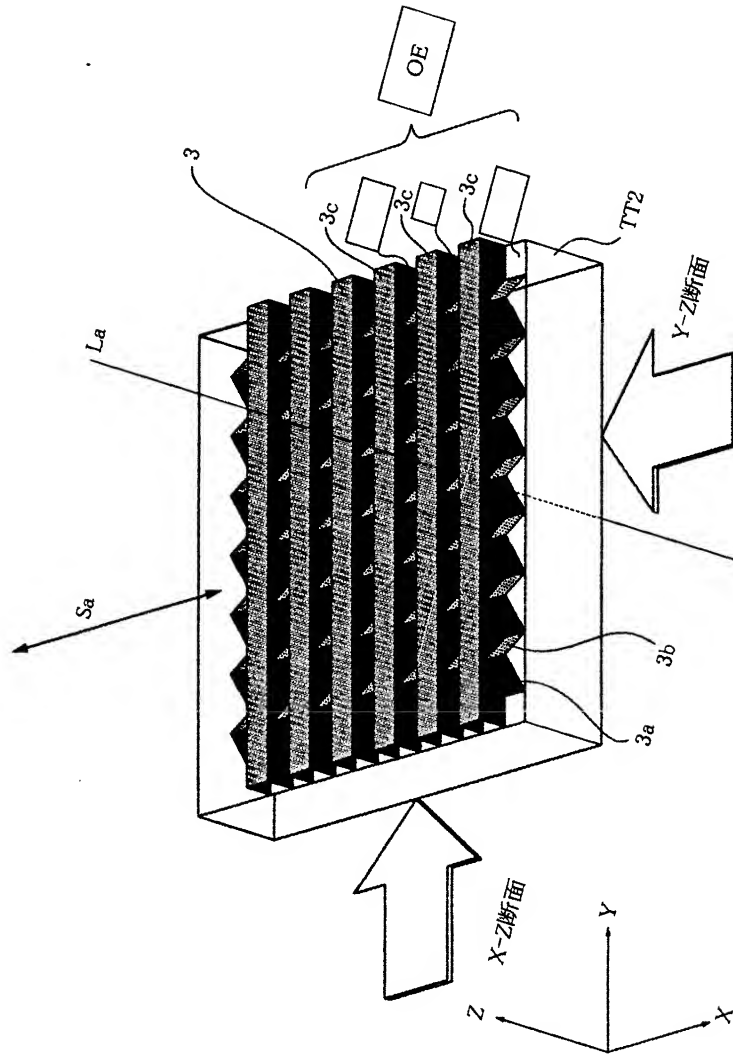
1 0 5 c 非反射部分

【書類名】 図面

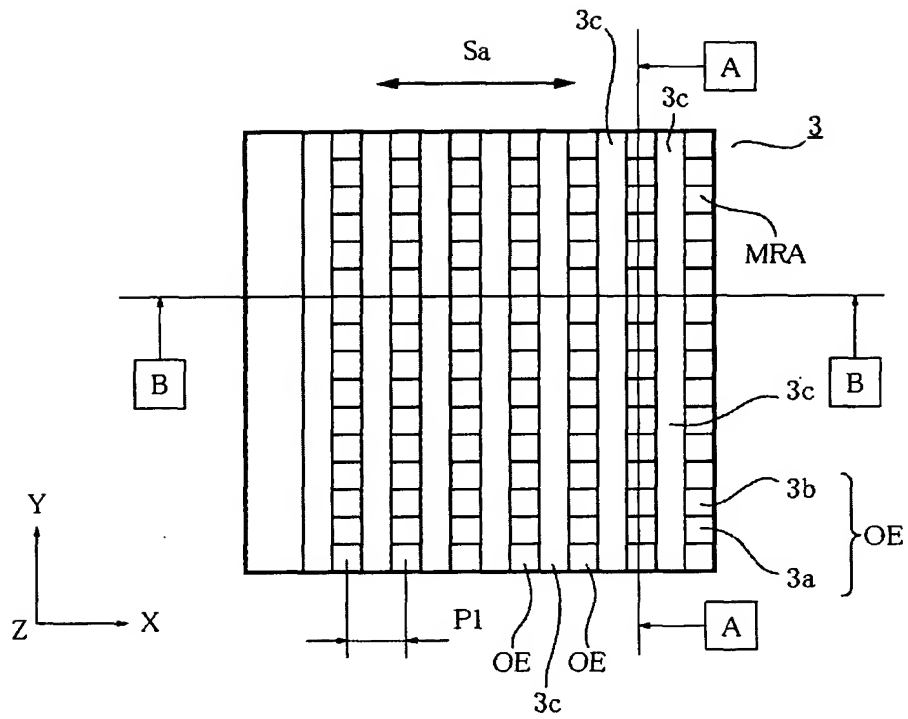
【図 1】



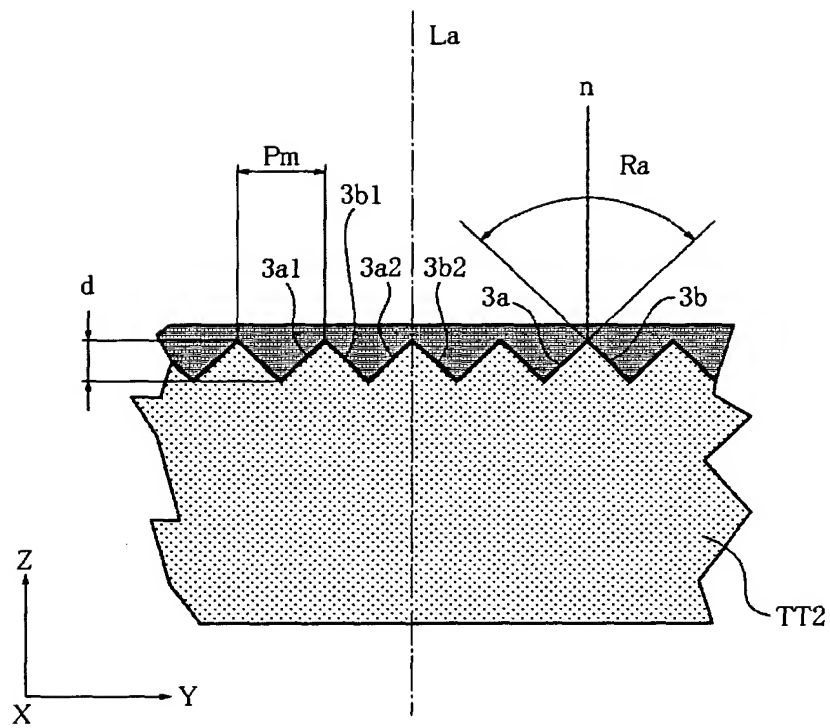
【図2】



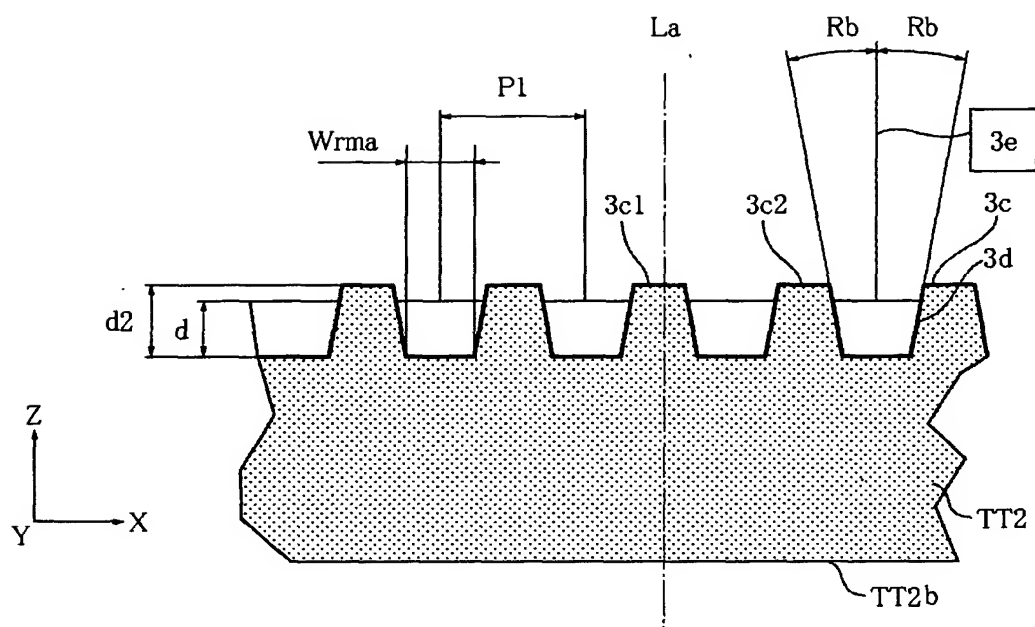
【図 3】



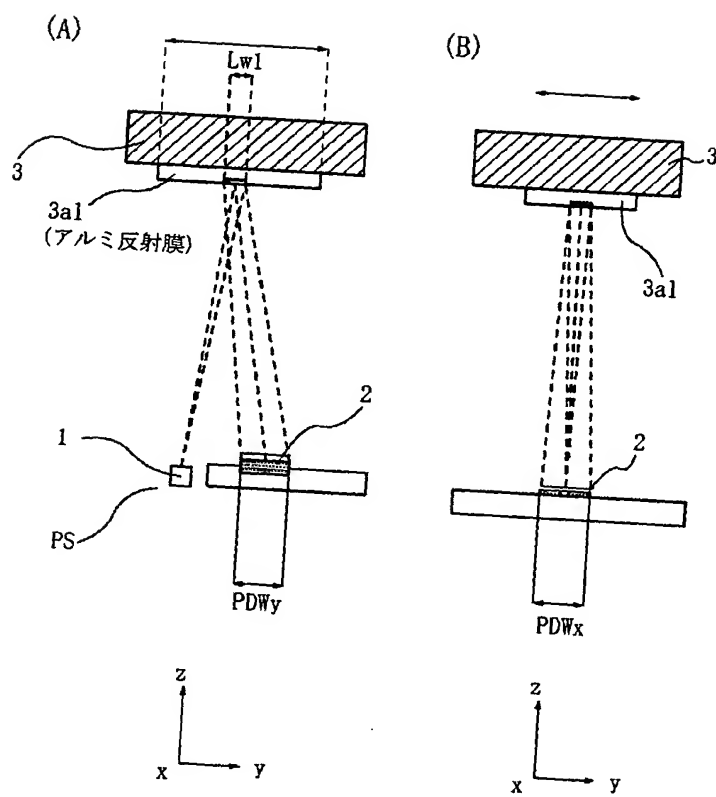
【図 4】



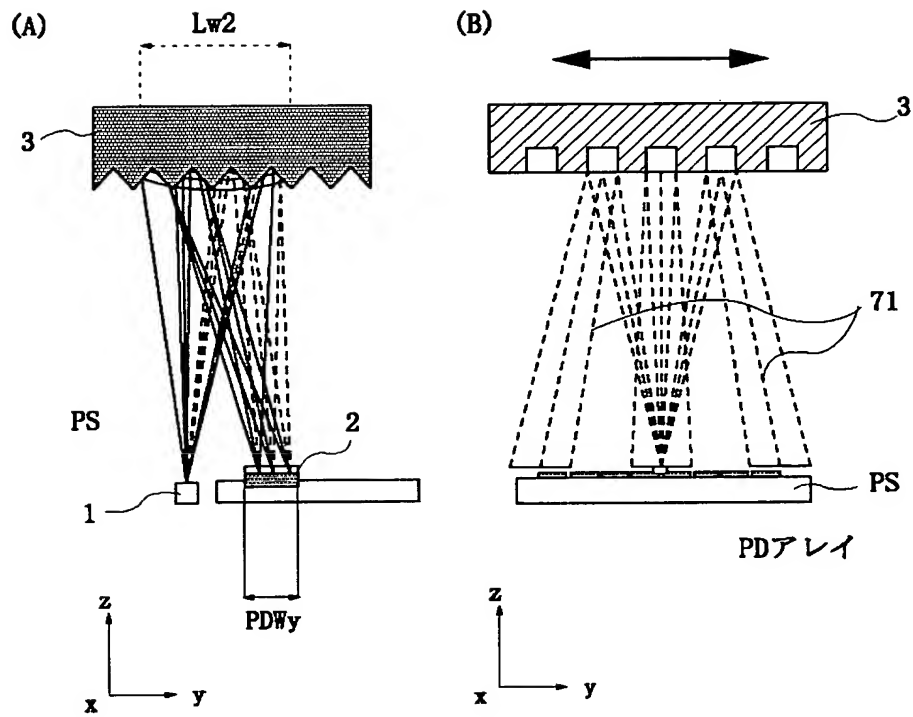
【図 5】



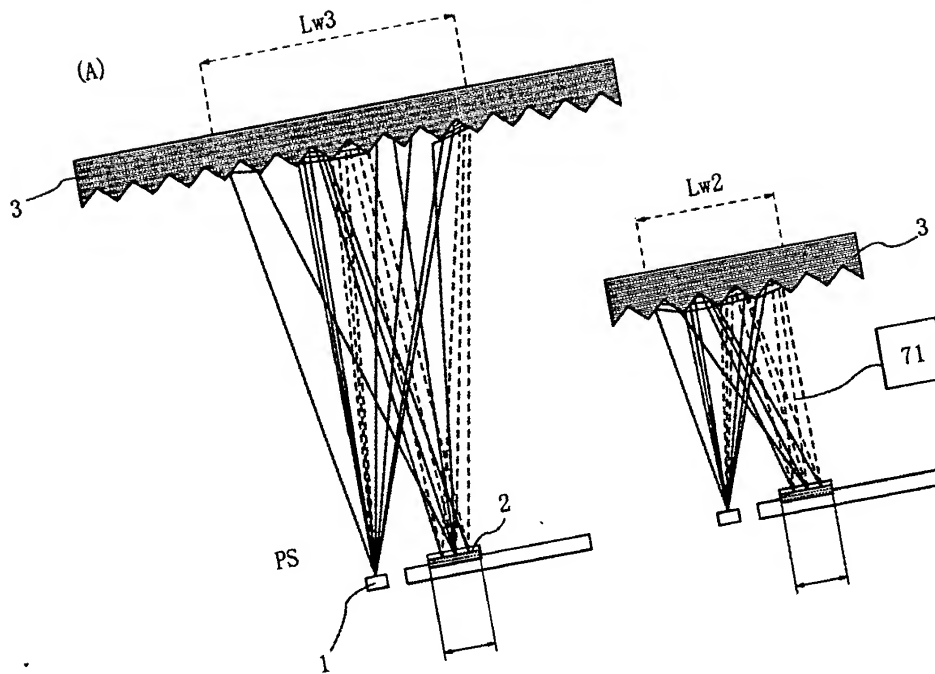
【図6】



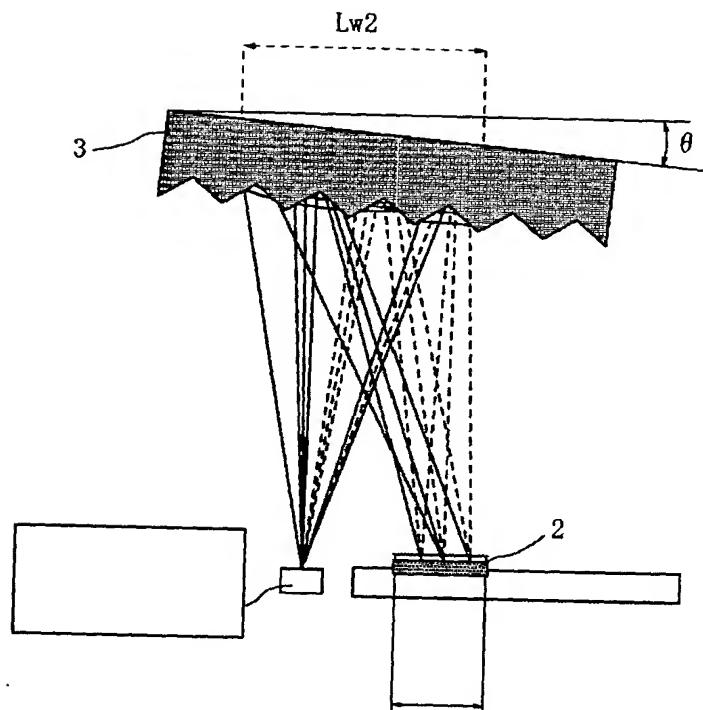
【図 7】



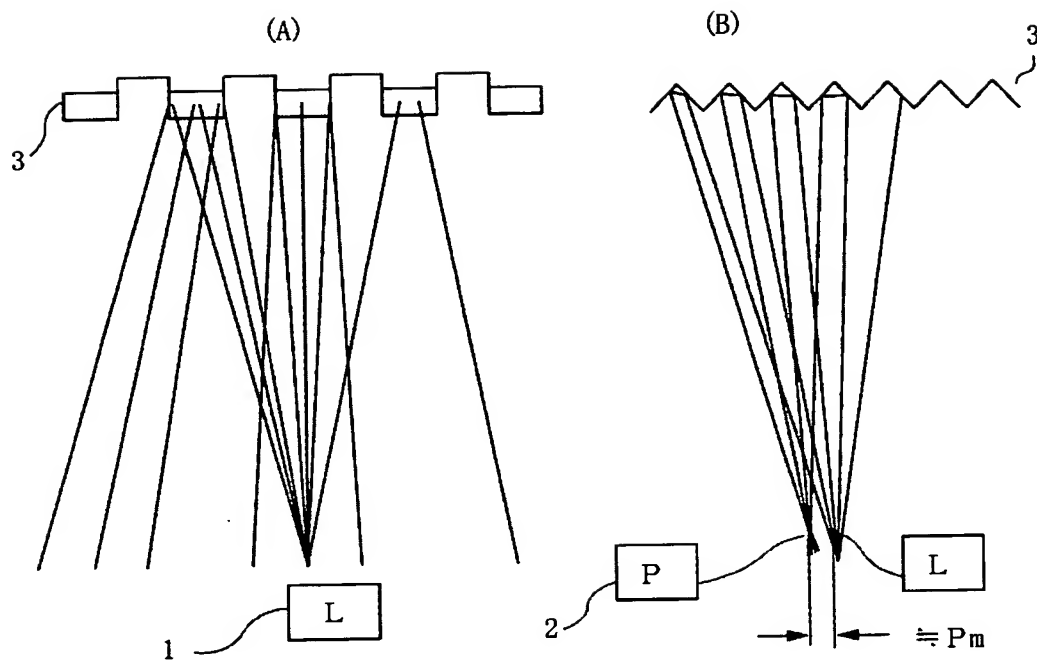
【図8】



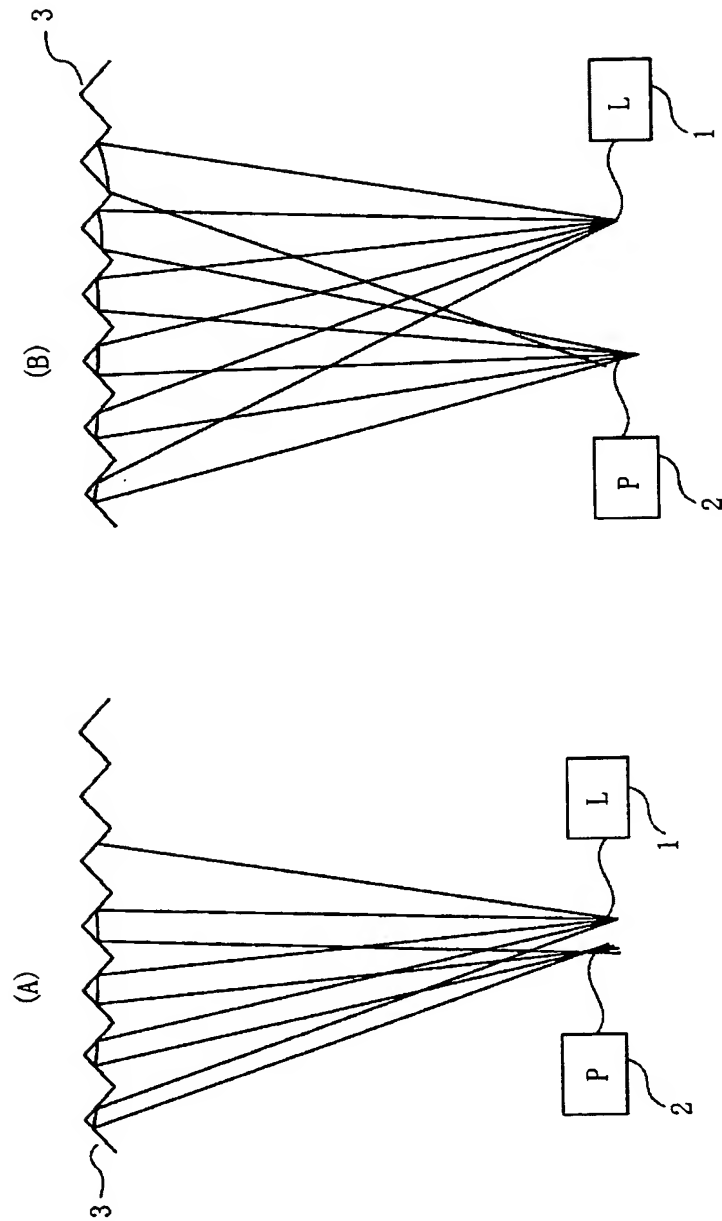
【図9】



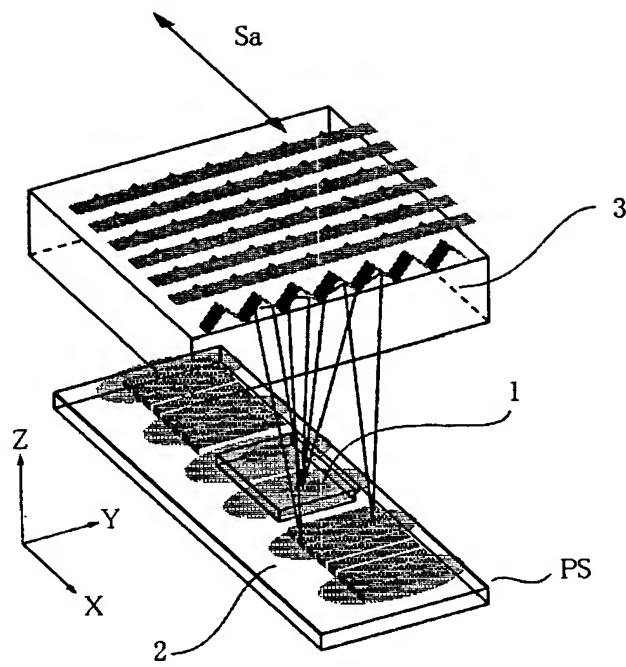
【図 1 0】



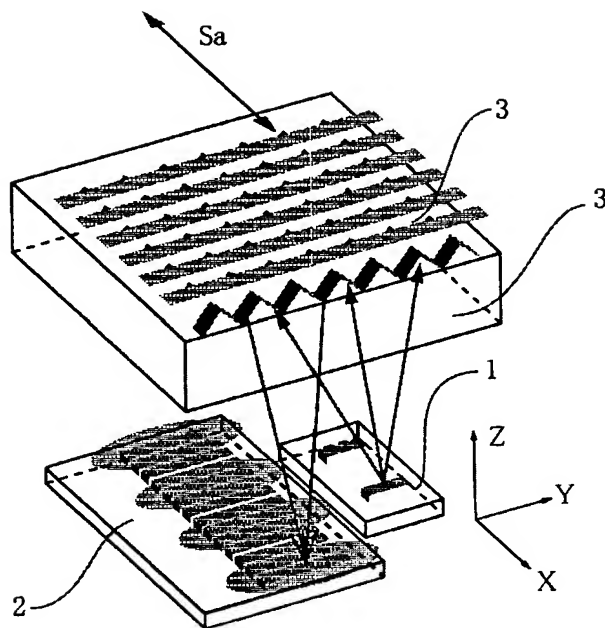
【図 1 1】



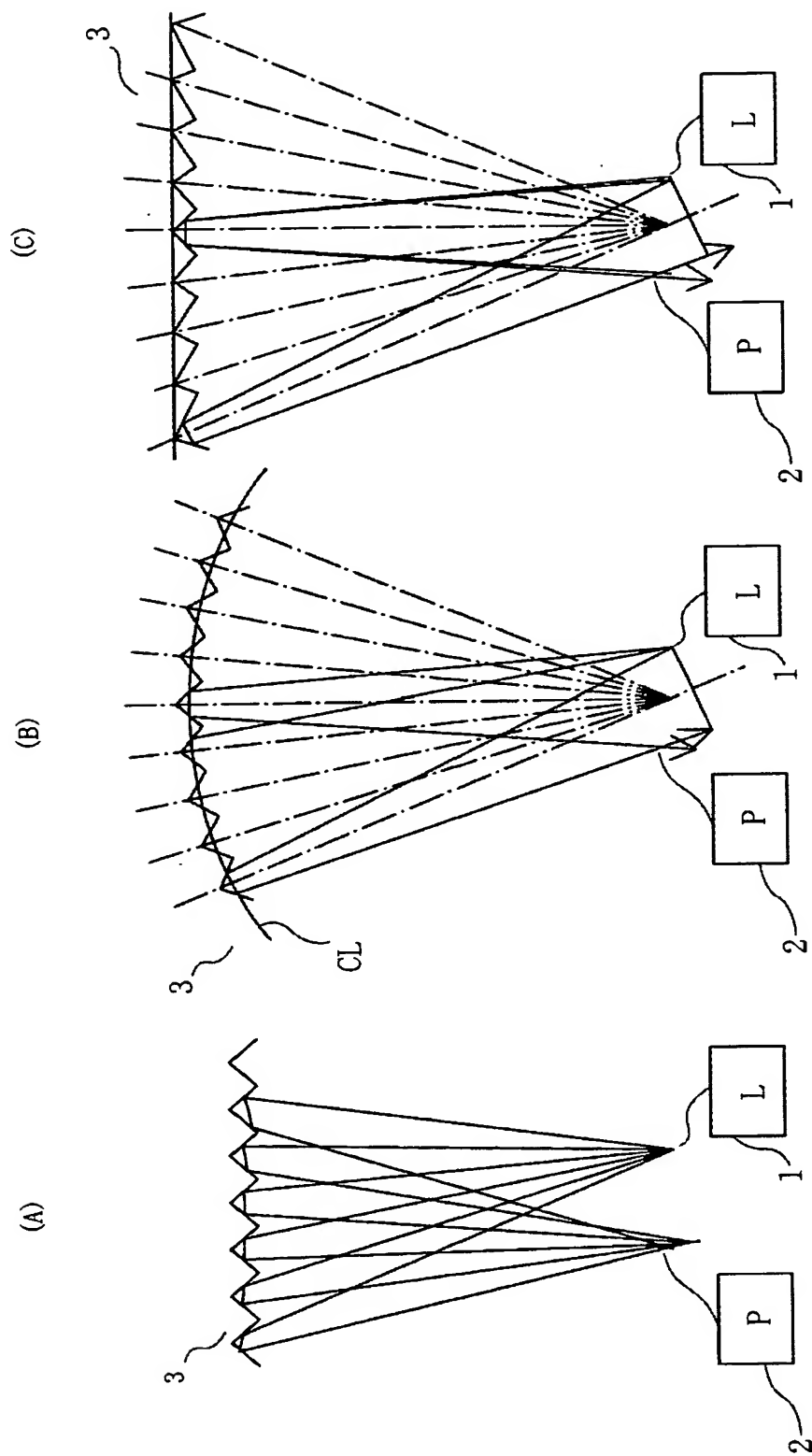
【図 1 2】



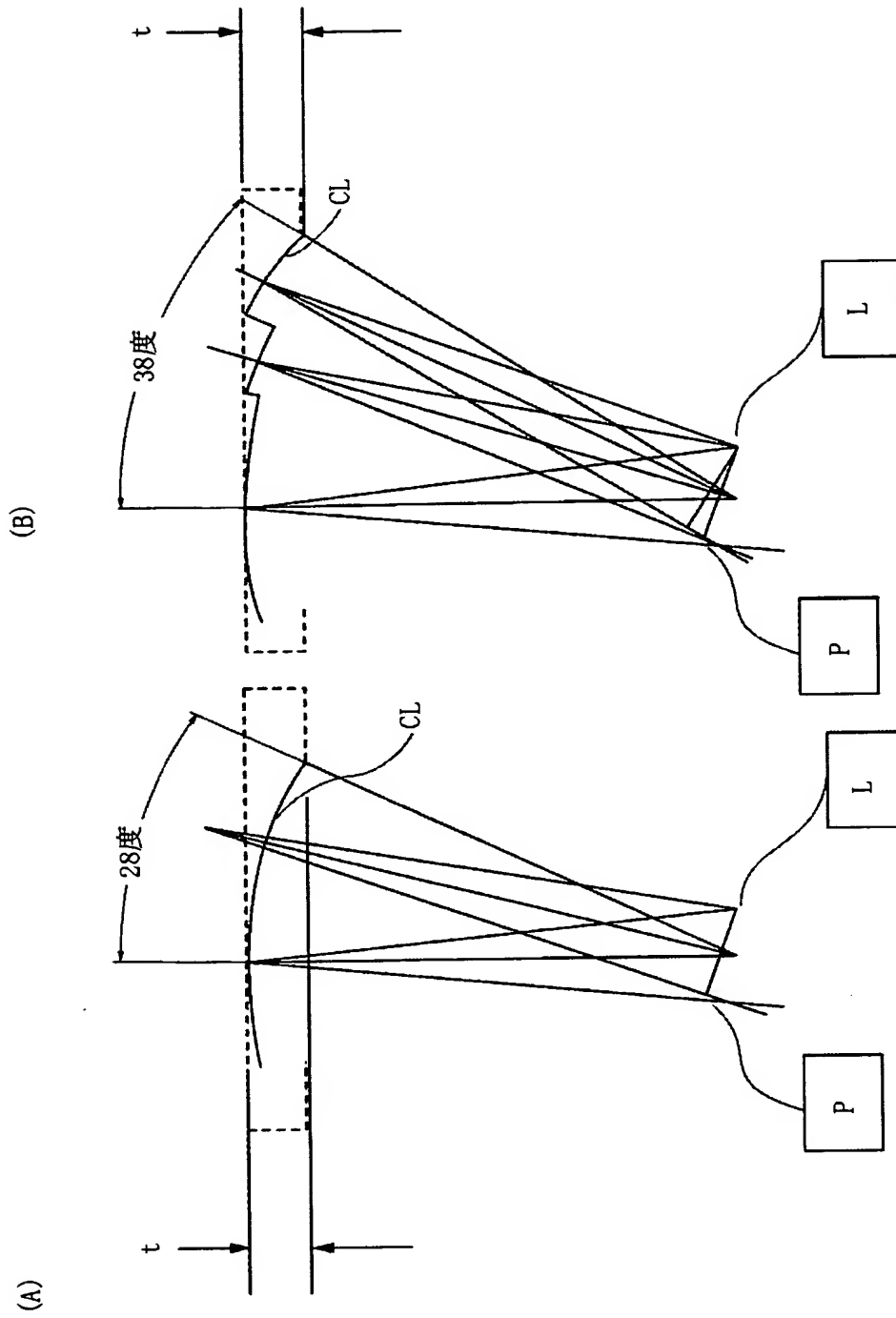
【図 1 3】



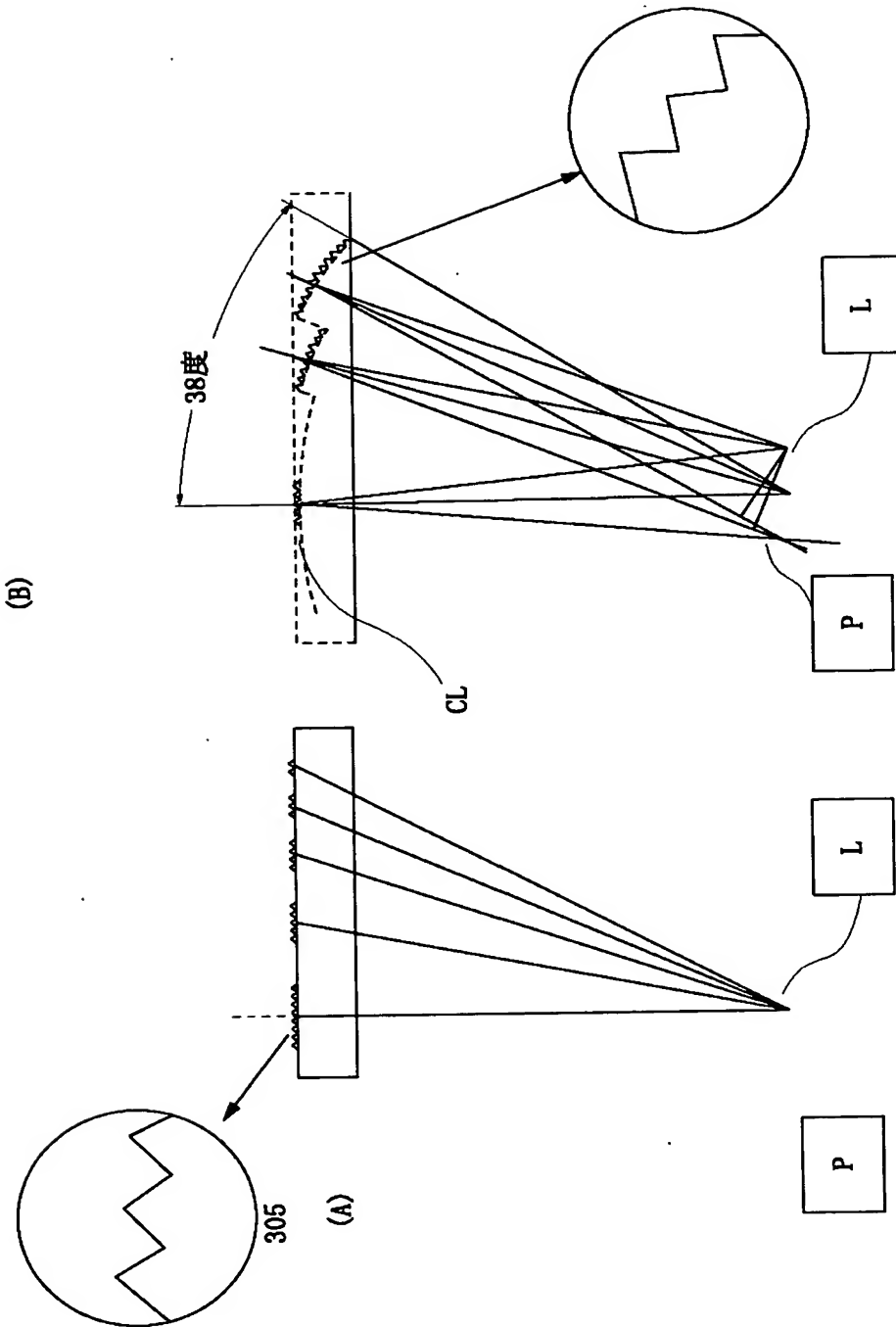
【図 1 4】



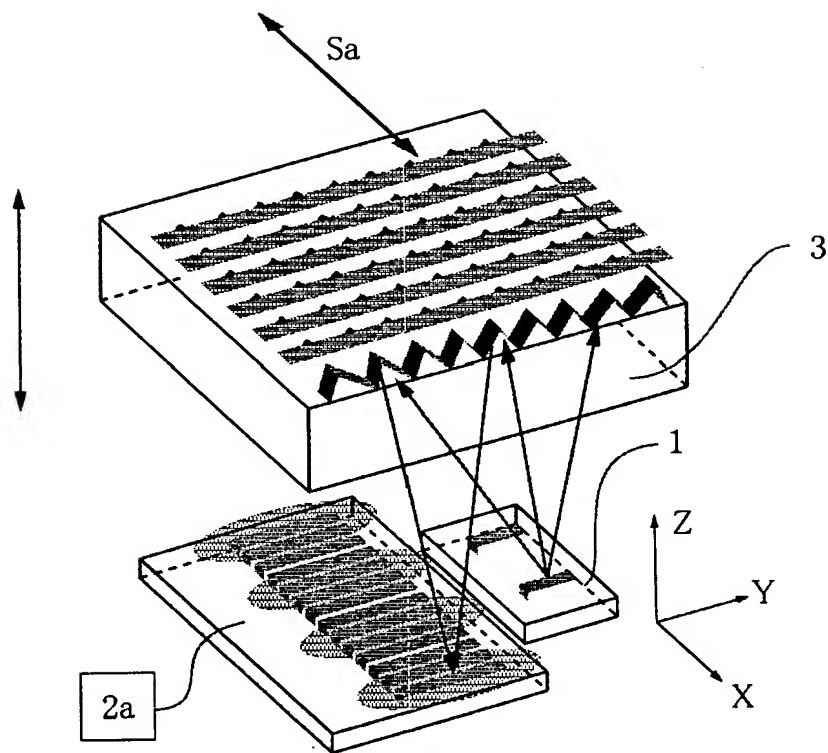
【図15】



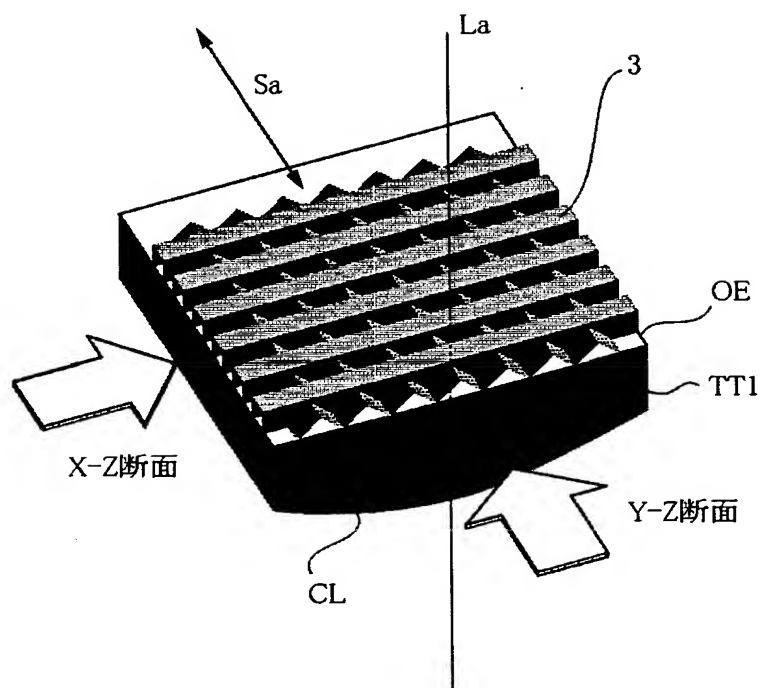
【図16】



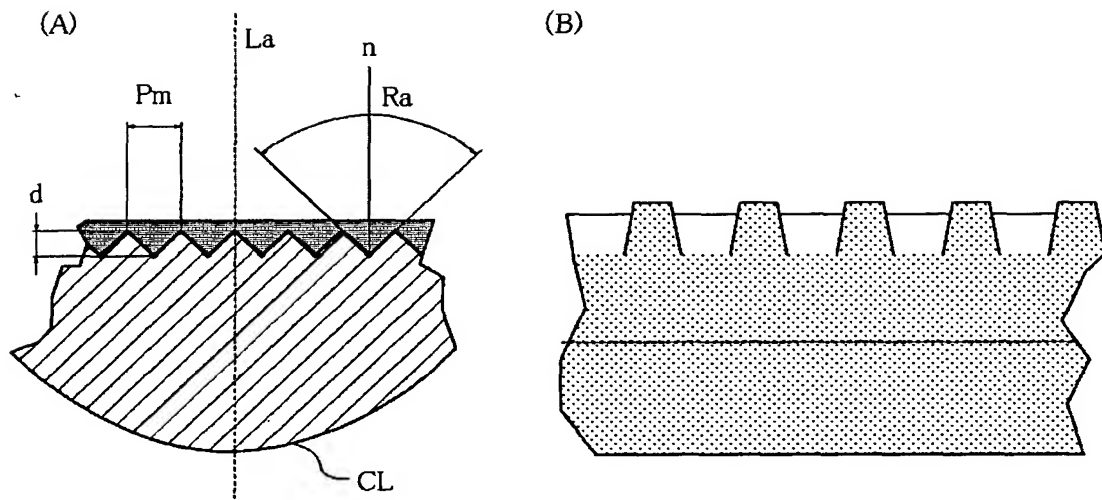
【図 1 7】



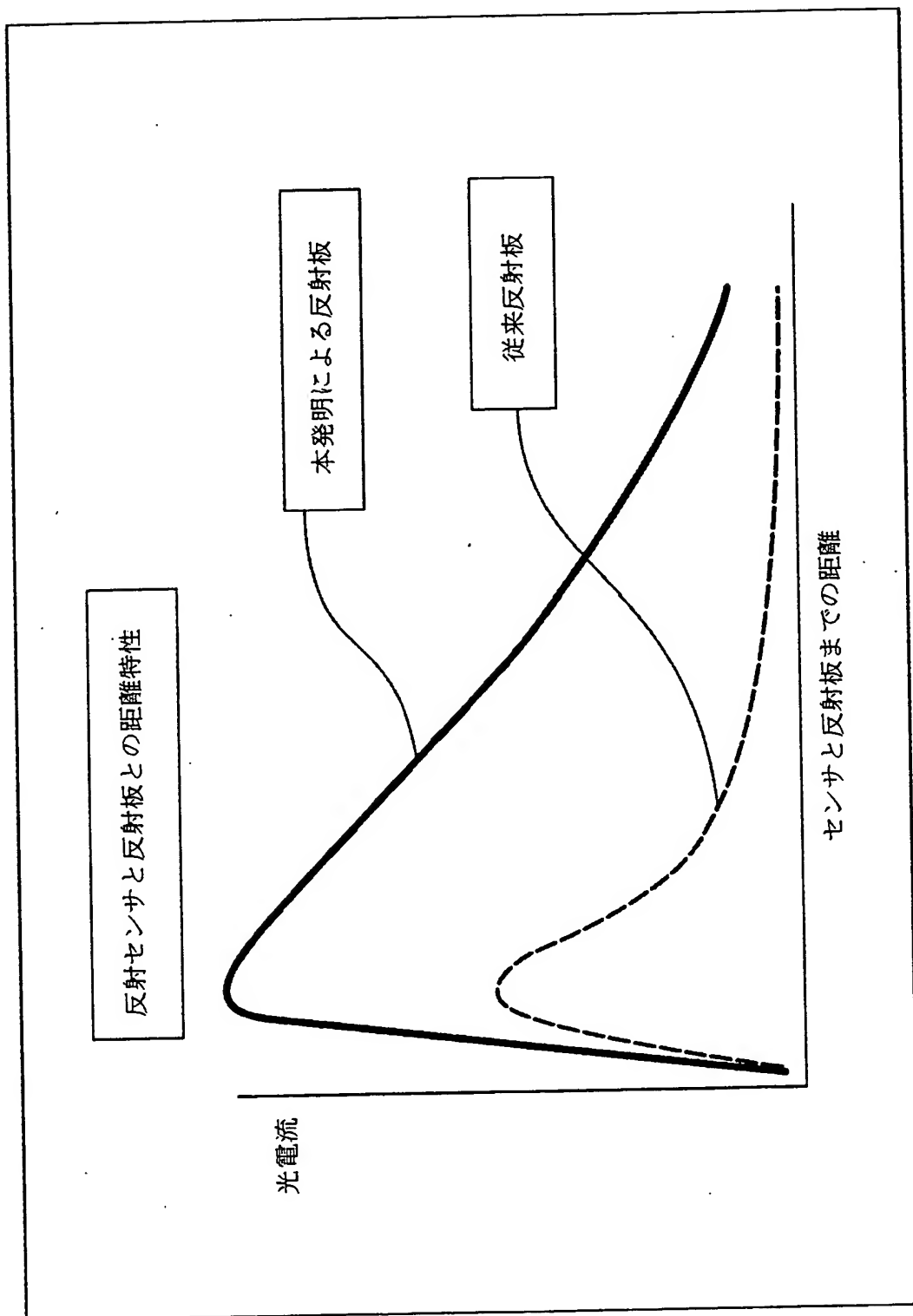
【図 1 8】



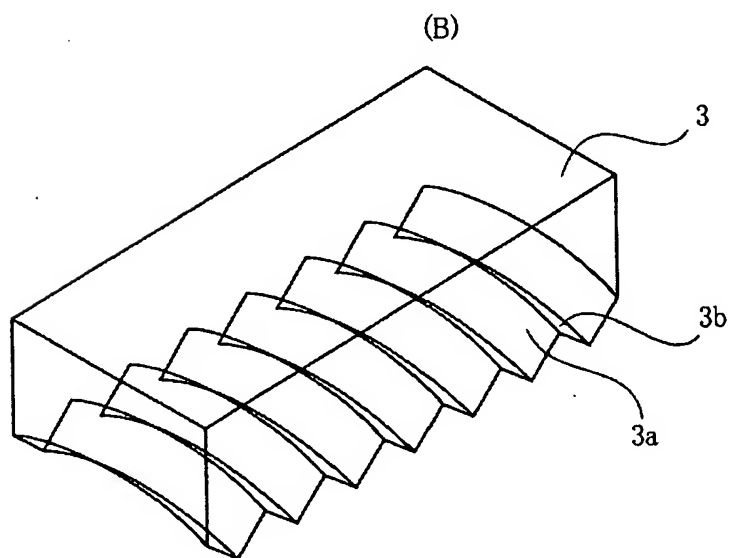
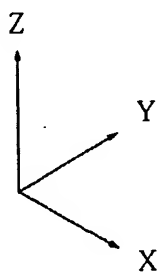
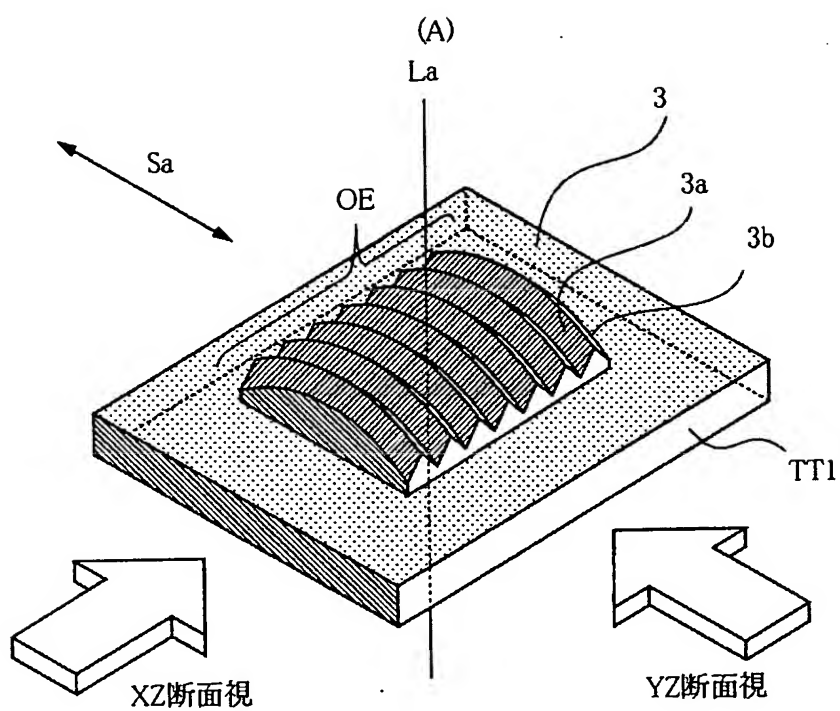
【図 19】



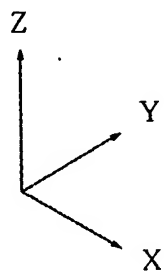
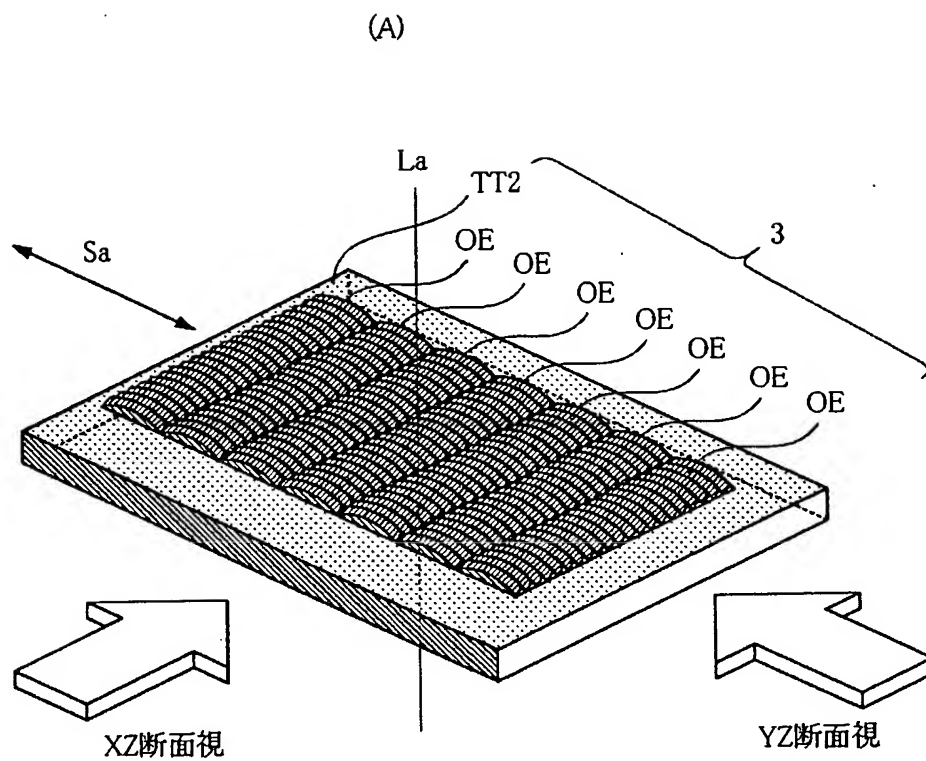
【図20】



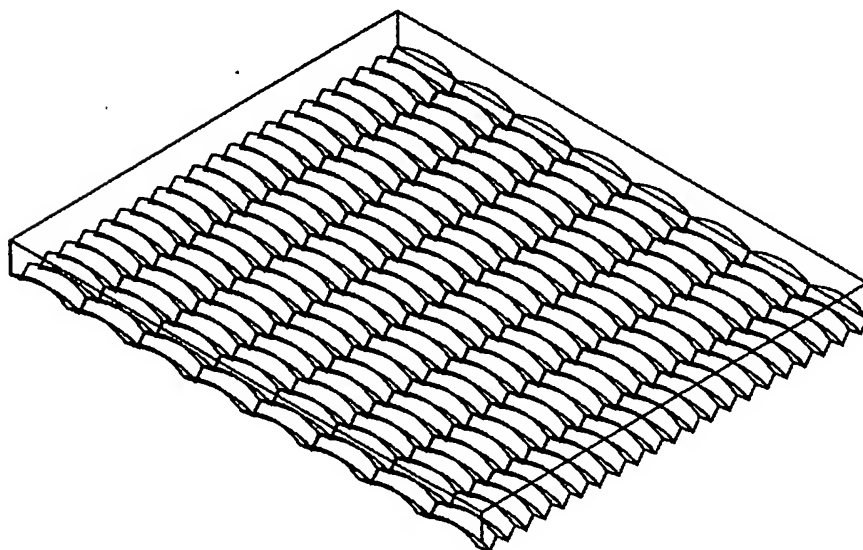
【図 21】



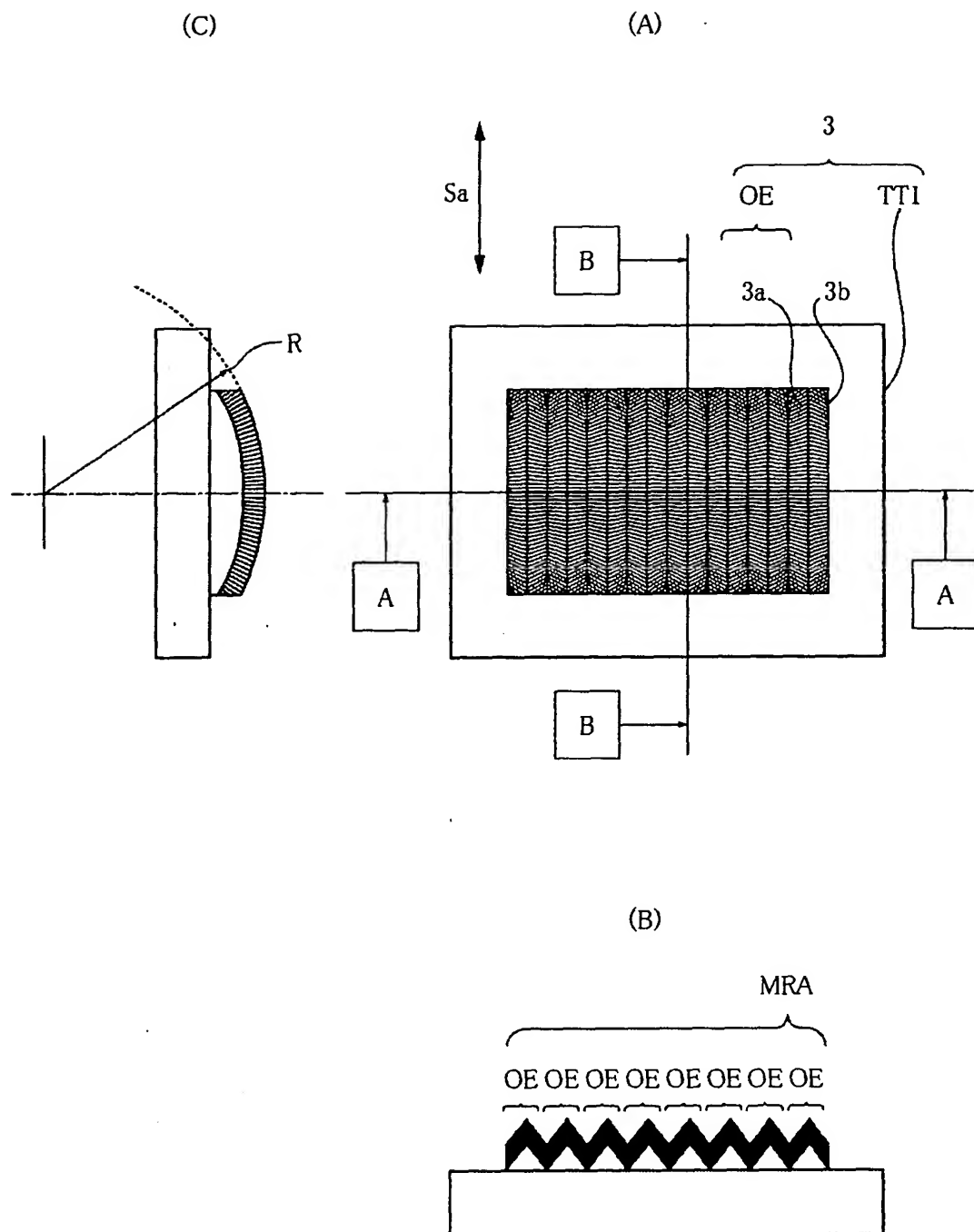
【図 2 2】



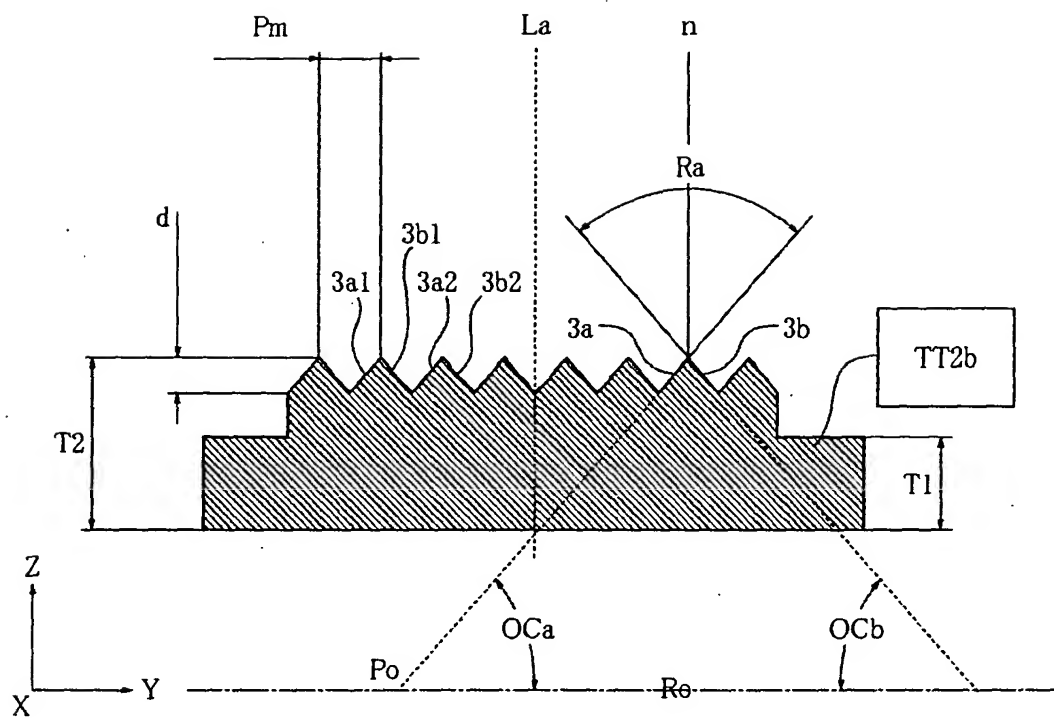
(B)



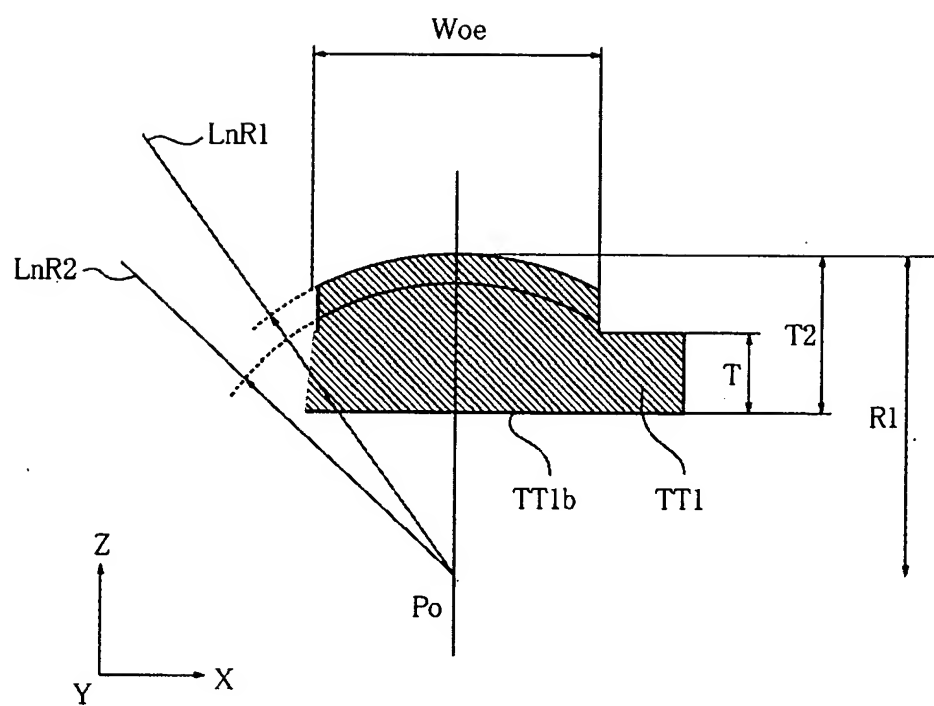
【図 23】

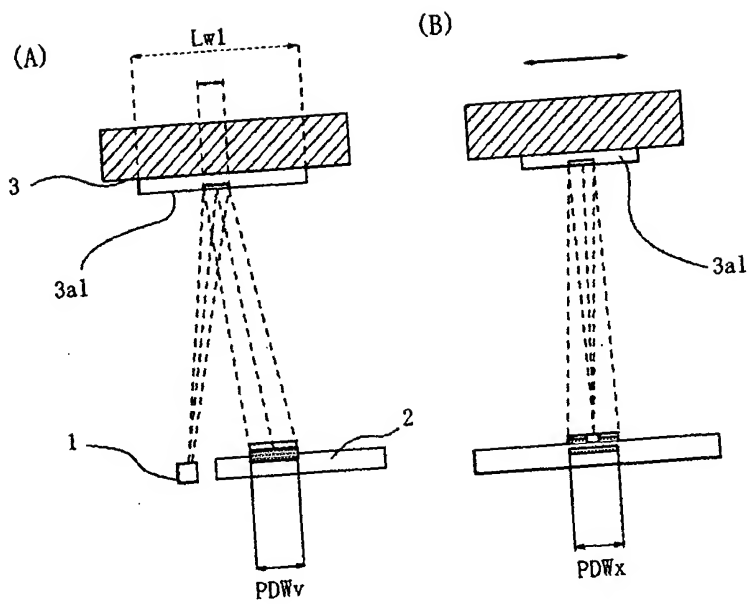


【図 24】

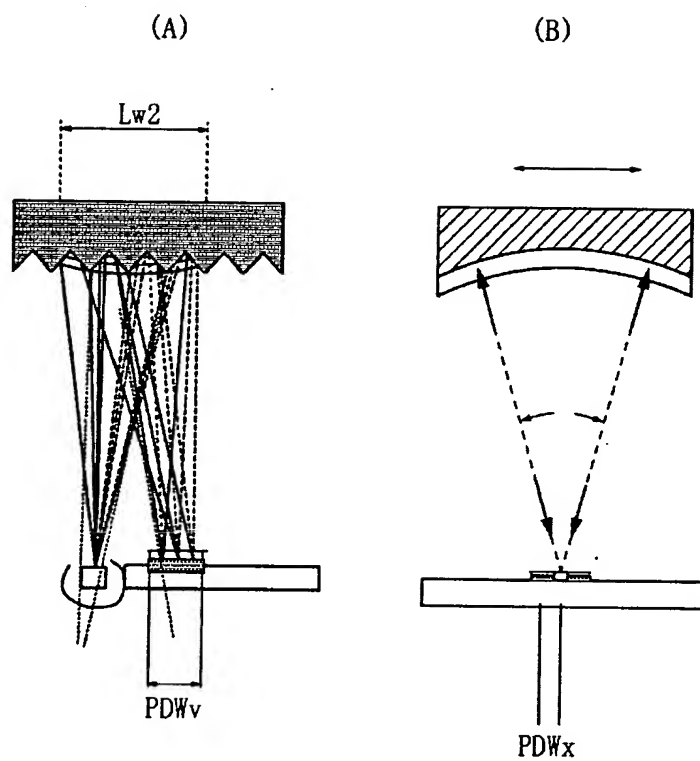


【図 25】

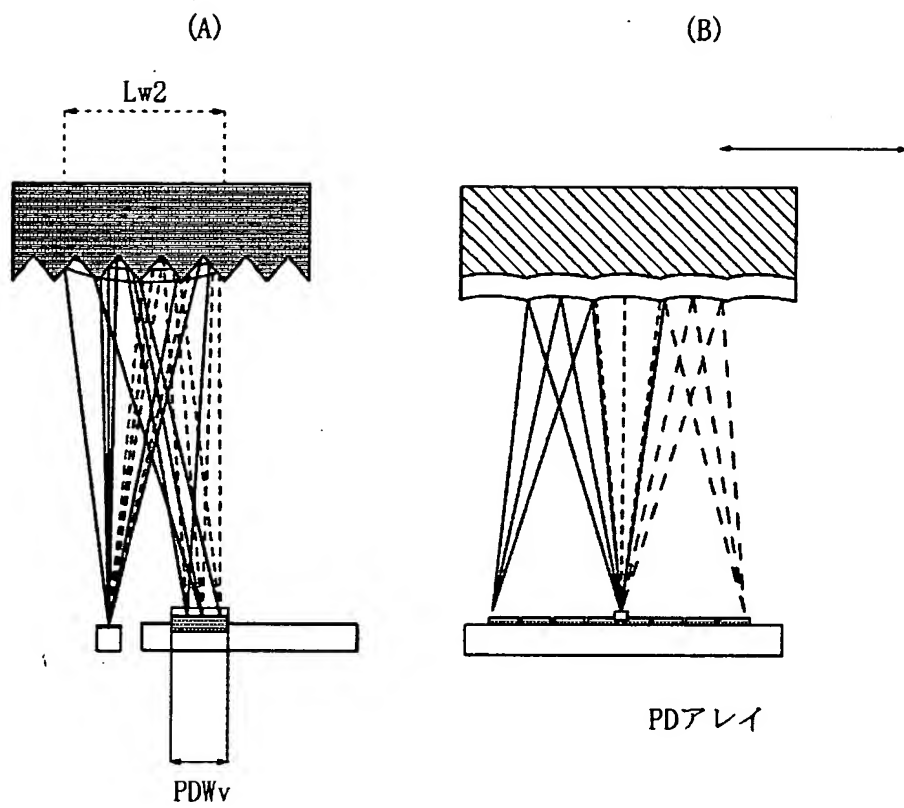




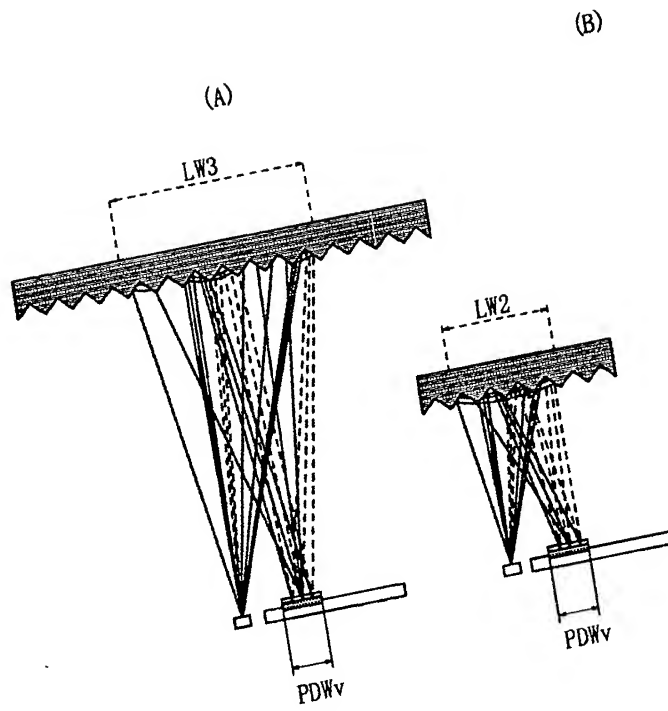
【図 27】



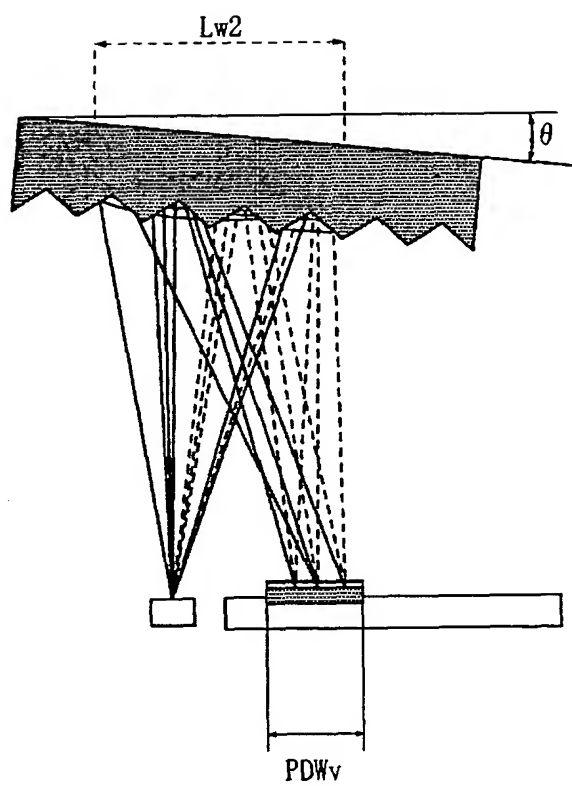
【図 28】

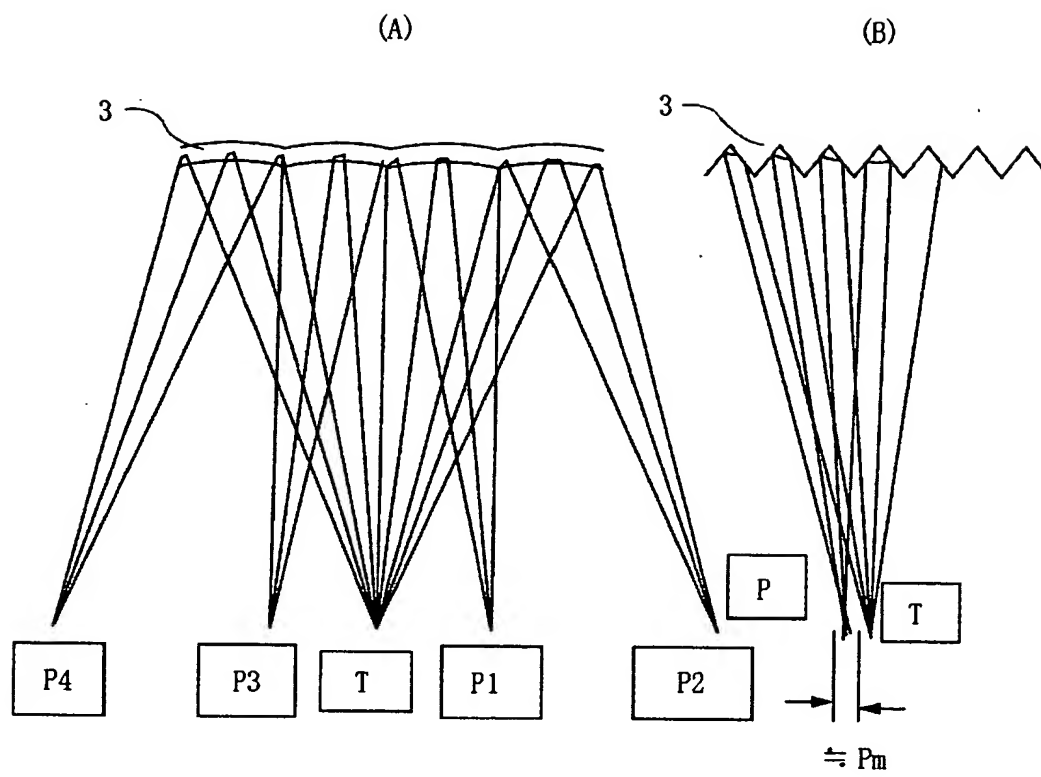


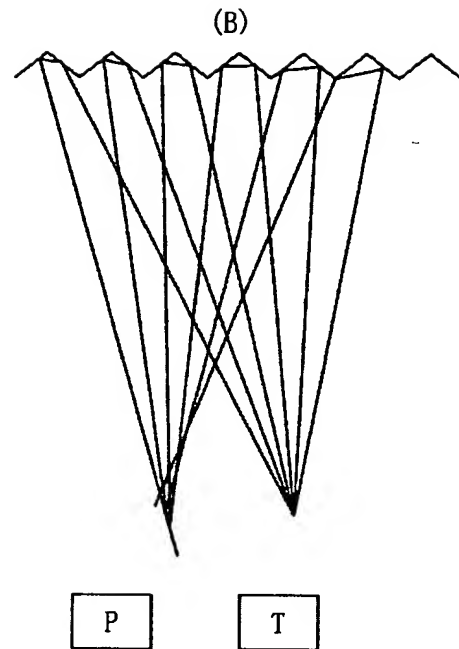
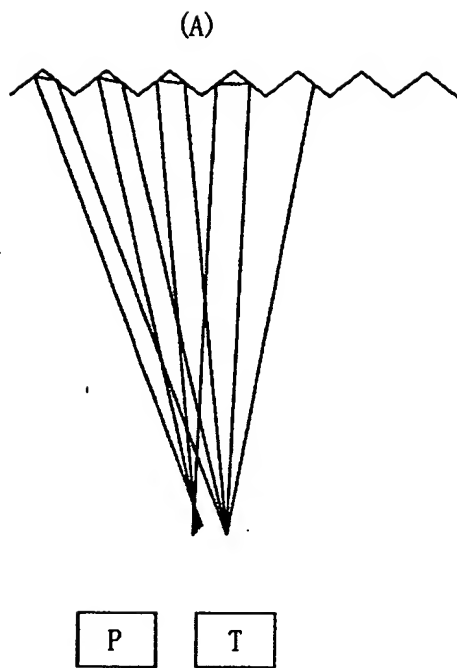
【図29】



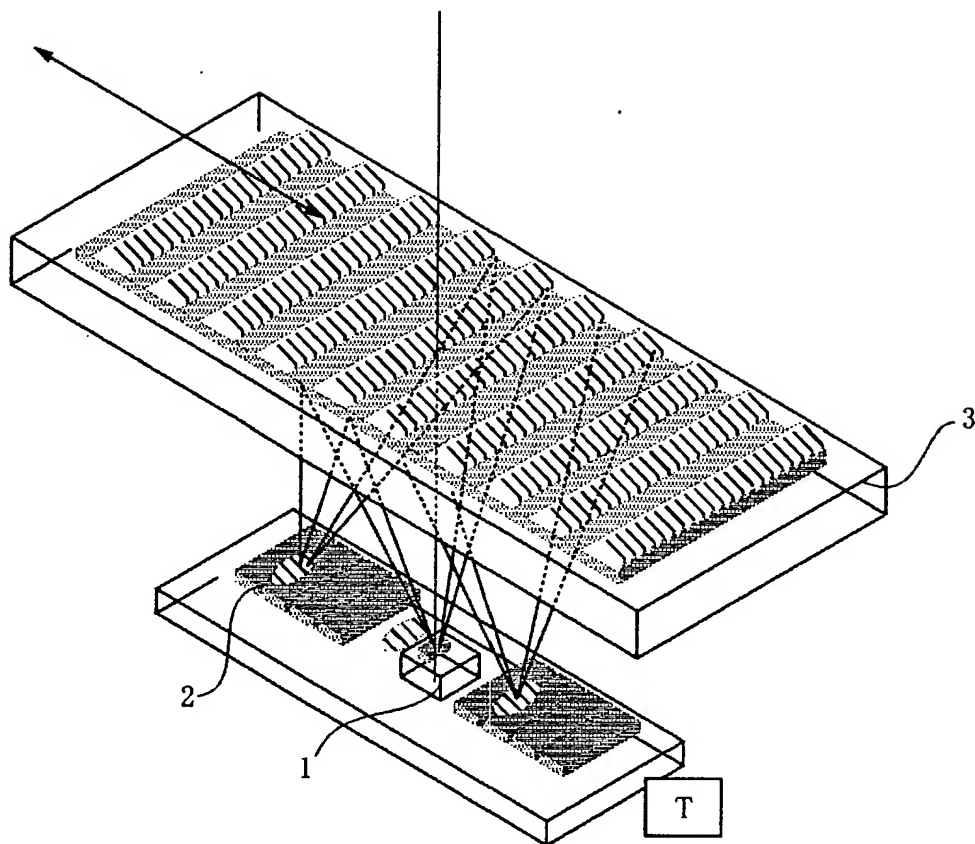
【図 30】



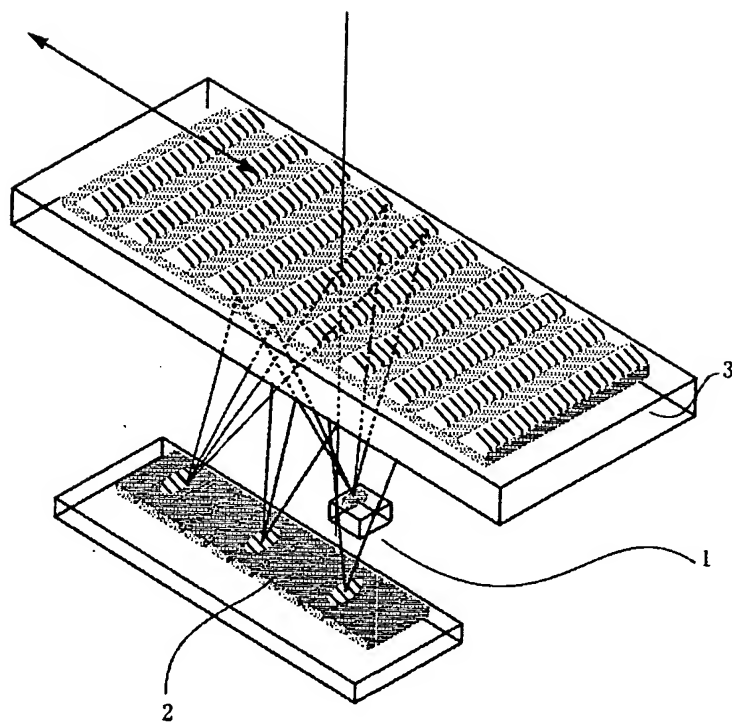




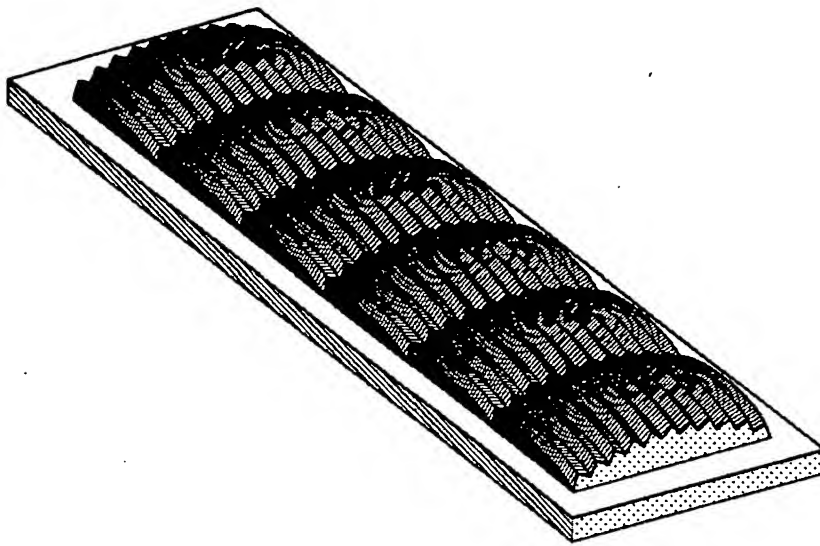
【図 3 3】



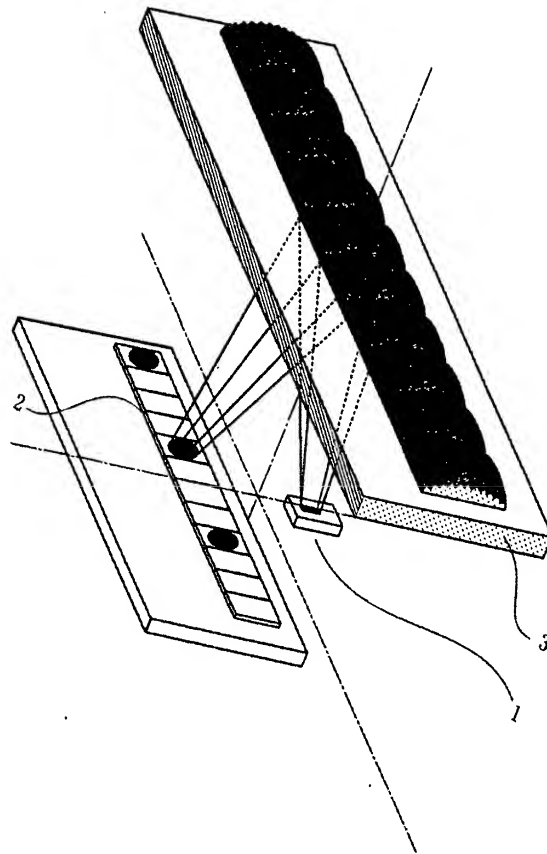
【図 3 4】



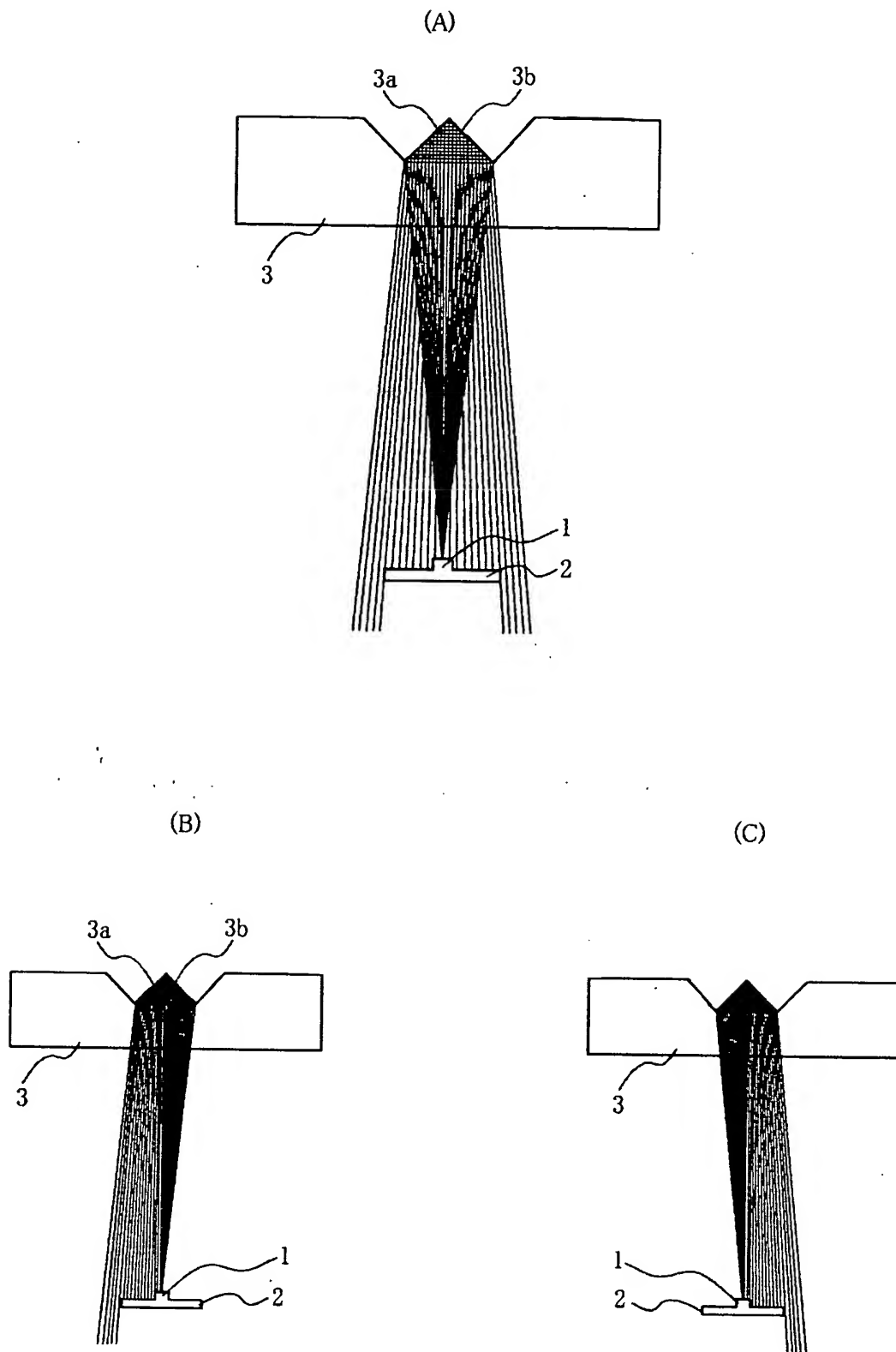
【図 3 6】



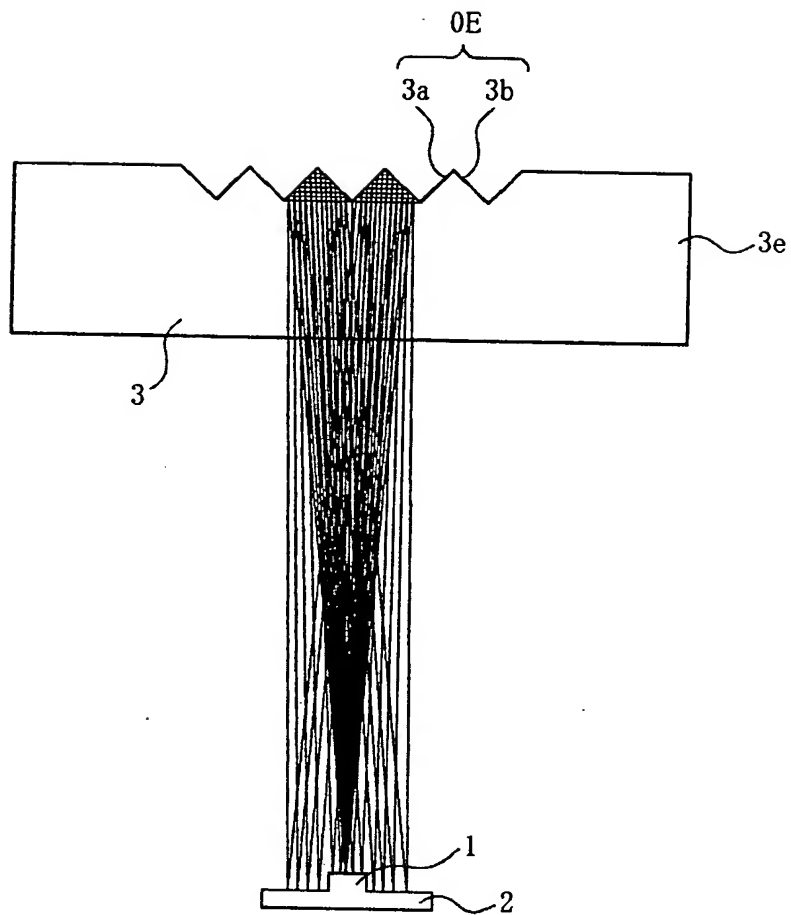
【図37】



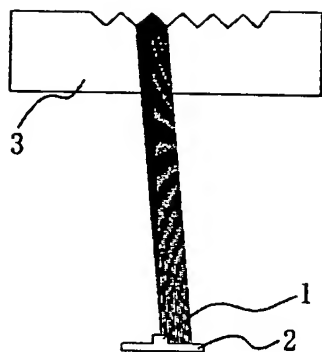
【図 3 8】



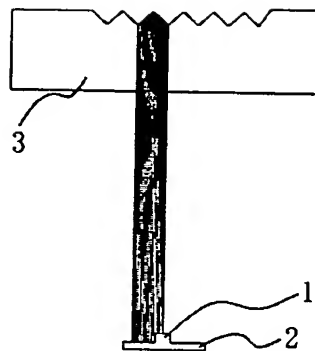
【図 3 9】



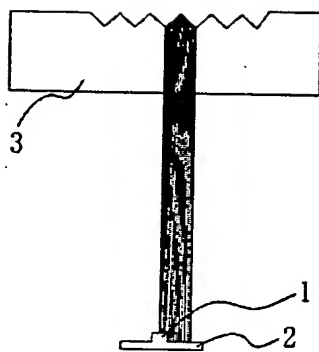
(A)



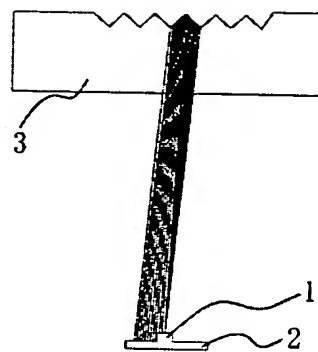
(B)



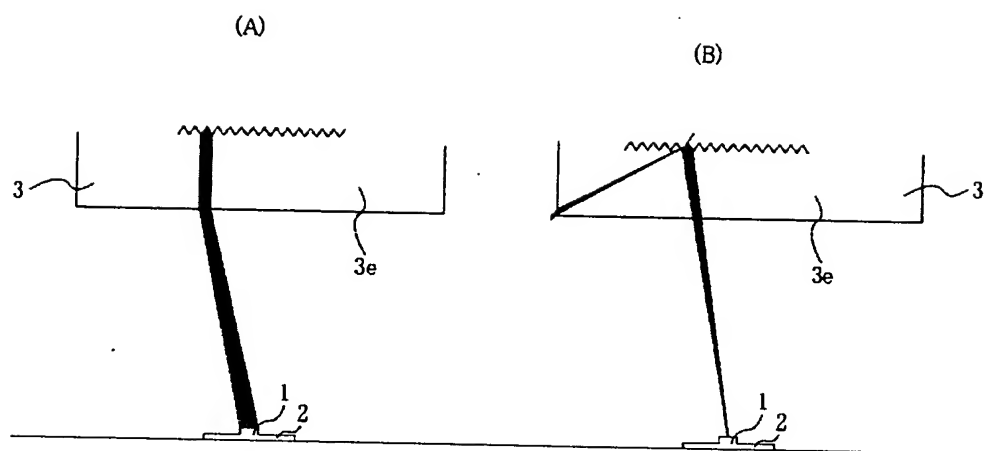
(C)



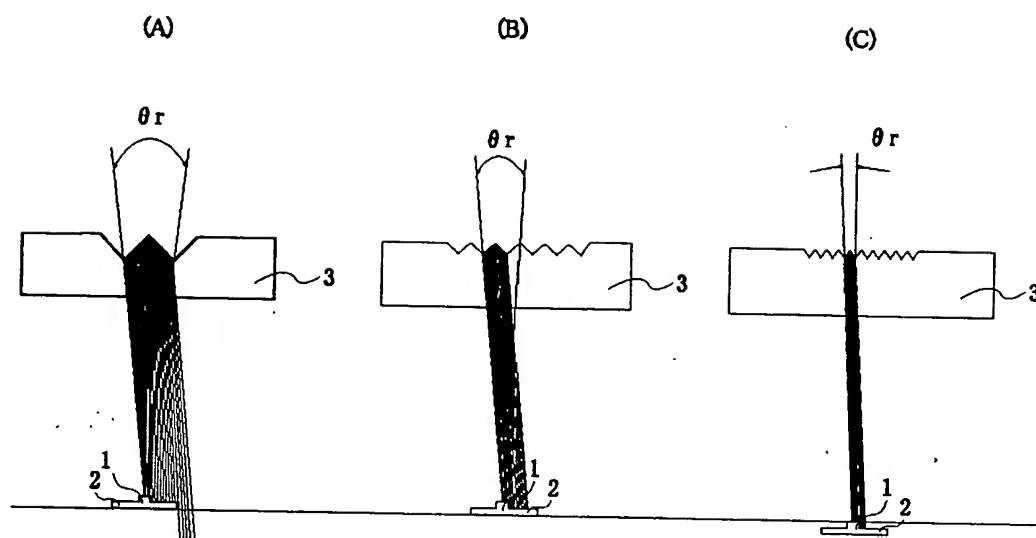
(D)



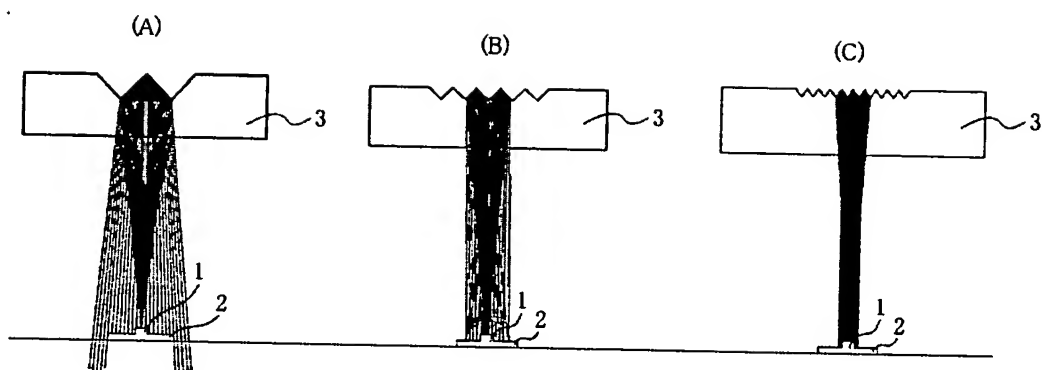
【図 4 1】

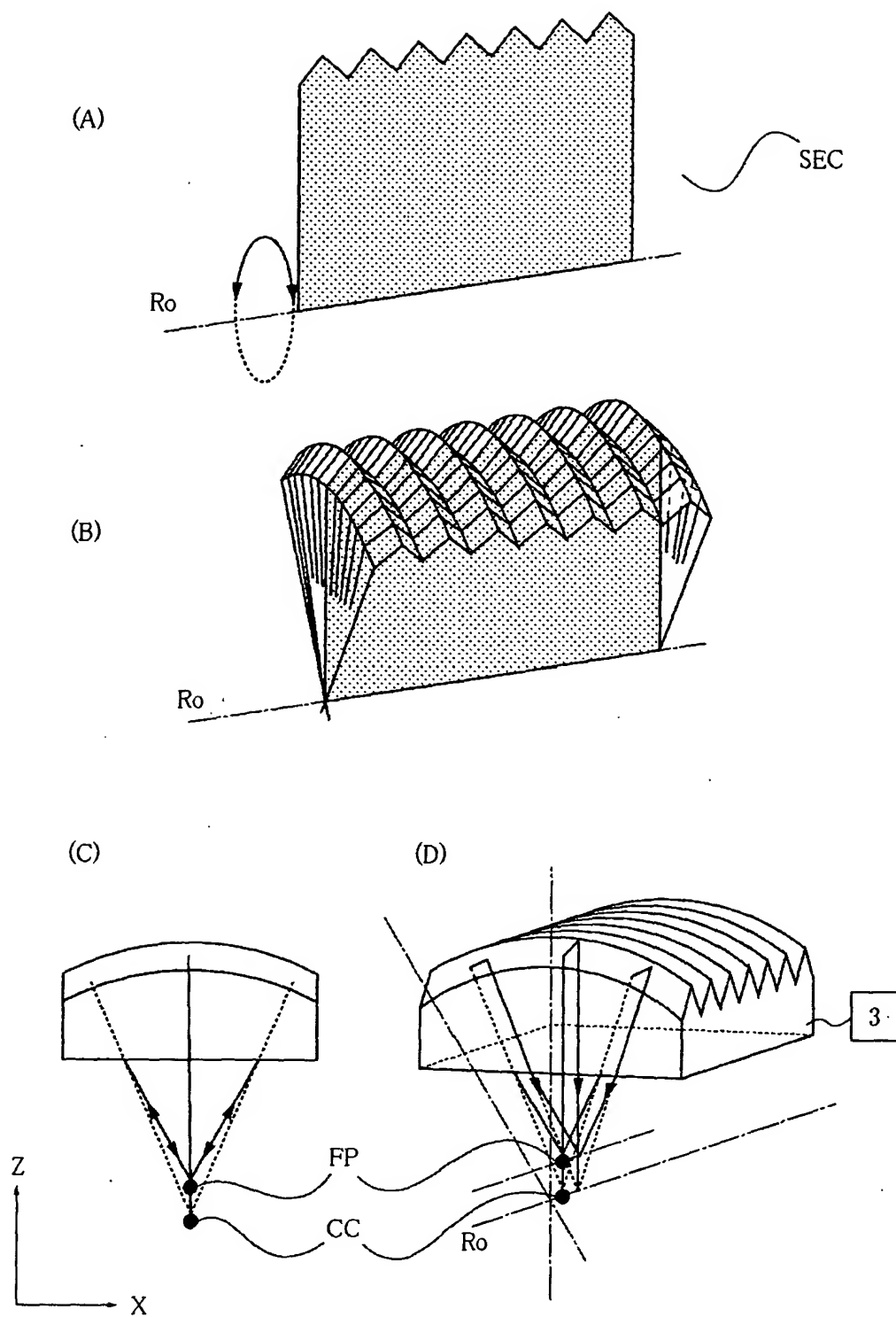


【図42】

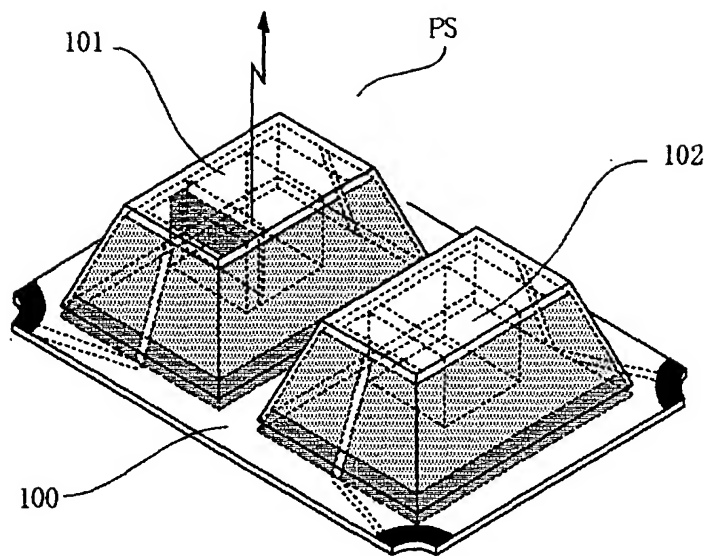


【図43】

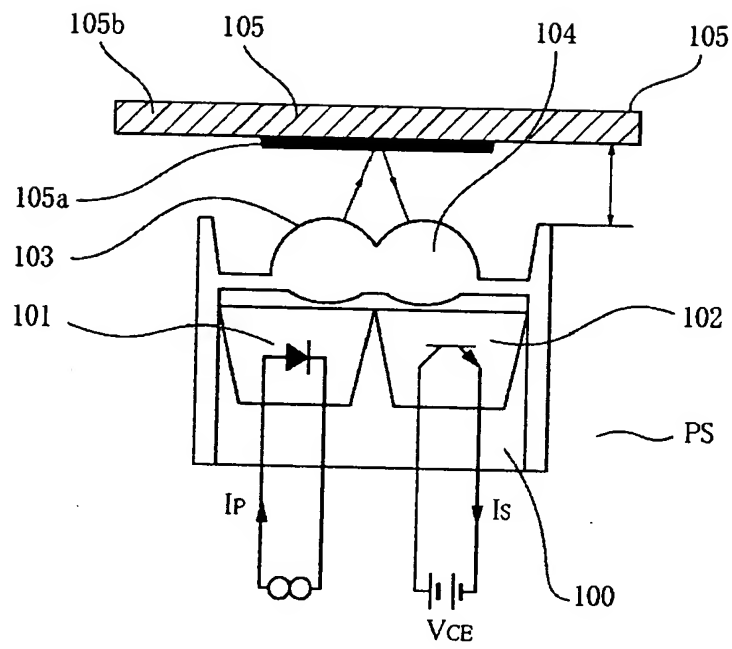




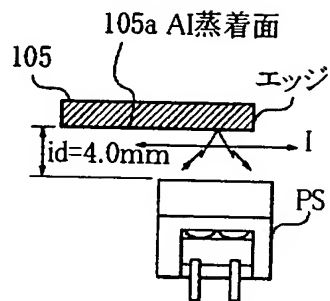
【図45】



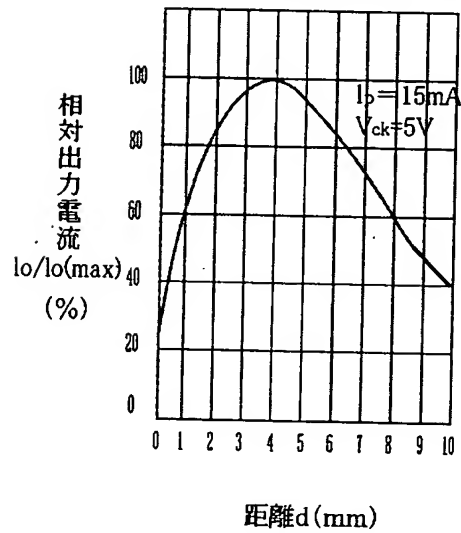
【図 4 6】



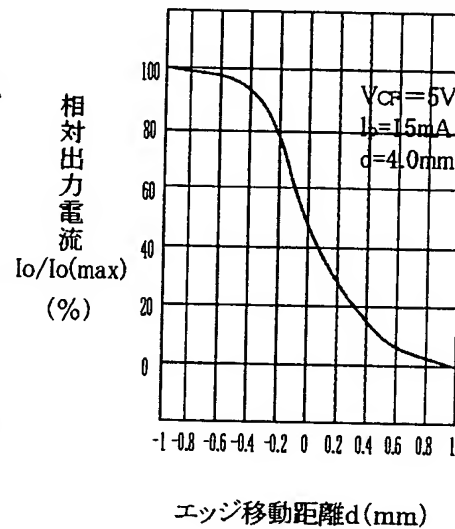
エッジ応答測定配置図



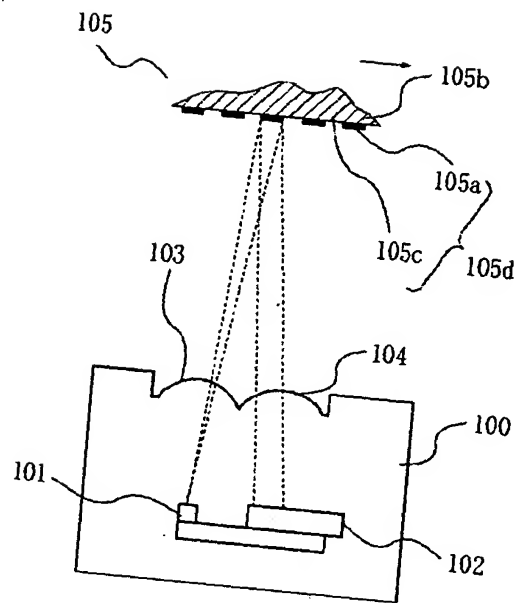
出力電流-反射板と
デバイスとの距離 ($T_a=25^\circ\text{C}$)



エッジ応答性例 ($T_a=25^\circ\text{C}$)



【図48】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、光学的に相対位置を検出する変位測定装置で、光量使用効率を向上させ且つ機械的変動にも強い検出系を実現する。

【解決手段】 具体的には光源手段と、該光源手段からの発散性光束を反射させる反射手段と、該反射手段製の反射光束を受光する受光手段とを具備した光センサにおいて、該反射手段は、該光源手段からの発散性光束を2回以上の反射を繰り返して複数の波面に分割し、該分割した各光束を任意の位置に重ね合わせる光学特性を備えたものである。

【選択図】 図12

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-041739
受付番号	50200224465
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 2月22日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000001007
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号
【氏名又は名称】	キャノン株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】	100090538
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内
【氏名又は名称】	西山 恵三

【選任した代理人】

【識別番号】	100096965
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キャノン株式会社内
【氏名又は名称】	内尾 裕一

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社